Théorie moderne de l'Ether-Théorie Quantique des Variables Absolues (v5B)

Modern Theory of Ether-Quantum Theory of Absolute Variables (v5B)

Par Thierry DELORT
(8 Juin 2025)

This book, Théorie Moderne de l'Ether-Théorie Quantique des Variables Absolues (v5B), written in French, exposes 2 fundamental theories in Physics.

The first theory, THEORIE MODERNE DE L'ETHER (Modern Theory of Ether) is the theory that is the most complete theory of Ether ever published, including fields of General Relativity and Astrophysics. The interest of this theory is firstly to prove that it exists an alternative theory to Special Relativity, General Relativity and Standard Cosmological Model (SCM, based on General Relativity) in order to interpret all observations linked to those last 3 theories, and secondly that this alternative theory does not contain the failure of those 3 theories. Thus the Modern Theory of Ether exposed in this book can interpret the observation of phenomena linked to quantum entanglement (with transmission of information at a velocity superior to c), mass of neutrinos (Despite that it implies that their helicity is not the same in all inertial frames, which is contrary to the Standard Model of Particles), and in Cosmology the Modern Theory of Ether interprets dark matter, dark energy, the Cosmic Microwave Background rest frame, the Cosmological parameters of the ΛCDM model. For instance dark matter is interpreted as being the substance that was called Ether before Relativity. Contrary to General Relativity, the Modern Theory of Ether is compatible with the equations of Quantum Physics. The physical basis of the exposed Modern Theory of Ether are widely different than the physical basis of Special, General Relativity, and the mathematical frame of the new theory is also much simpler than the mathematical frame of the 3 previous classical theories. This theory has been partially published in some articles in the reviews Physics Essays, International Journal of Physics and Applied Physics Research (v10n5,2018), author Thierry DELORT, but those articles contain some errors and are less complete than in this book.

The 2nd theory, THEORIE QUANTIQUE DES VARIABLES ABSOLUES (Quantum Theory of Absolute Variables), is a quantum theory as general as the classical quantum theory, but more coherent, for instance interpreting in a new way the Schrodinger's Cat Paradox. Also the interest of this theory is firstly to propose an alternative theory to Classical Quantum Theory, with the same mathematical frame but not using the concept of Observable, that is a fundamental concept in Classical Quantum Theory, and secondly to avoid failures of Classical Quantum Theory of the same kind as Schrodinger's Cat Paradox.. Moreover, contrary to classical Quantum Theory, the new Quantum Theory is compatible with General Relativity and with the corresponding Theory of Ether with Gravitation.

Note au lecteur :

Ce livre, Théorie moderne de l'Ether-Théorie Quantique des Variables Absolues (v4), est inclus dans le livre Théories d'or 10^{e} édition, auteur Thierry DELORT, publié aux éditions Books on Demand, PARIS.

A M. de N.

Remerciements :

Je remercie tous ceux qui m'ont aidé, par leur aide logistique ou morale, ou par leurs conseils, en particulier :

Ma chère mère Marie-Claude Delort, pour son soutien indéfectible et constant, Pr E. Panarella, Editeur Physics Essays, mon frère Jean-Yves Delort, Docteur Paris VI (Jussieu), pour toute l'aide logistique qu'il m'a apportée, mes chers grands-parents Simone et Alfred Bonnamy, Pr M. Duffy, qui m'a invité à la conférence PIRT 2004 (Londres), mon père Francis Delort †2008(ECP61).

Je remercie également mes professeurs , notamment J.D Bloch (Math-sup Louis le Grand,math), Mr Réverchon(Math-Spé Louis le Grand,physique), Mr Vaquez (Terminale, Lycée Robespierre, Arras, physique), MMrs Bonifet, Le Sann, Jouve ($1^{ière}$, 2^{nde}, Lycée Stanislas, Montréal, Math, Math, Physique), Mr Paul Deheuvels (Proviseur Lycée Louis le Grand (1981)), Mme Duval ($5^{ième}$ $3^{ième}$, Collège Emile Verarhren, Saint-Cloud (Math)),Mr Grimm (Ancien directeur ECP (1987)), Mr Martin, (directeur des études ECP $2^{ième}$ année(1987)).

Je remercie aussi mon frère Jacques Delort (X83),Mr Charles-Michel Marle (X53), mon ami Arnaud Sergent (HEC86), Benjamin Enriquez (X83), ma sœur Sophie Delort et mon oncle Jean-Marc Bonnamy (X54) pour les coups de main qu'ils m'ont donnés.

Théorie moderne de l'Ether-Théorie Quantique des Variables Absolues (version 5B)

A. THEORIE MODERNE DE L'ETHER.

B. THEORIE QUANTIQUE DES VARIABLES ABSOLUES.

TABLE DES MATIERES

I.PRESENTATION DE L'OUVRAGE. P7

II.PRESENTATION DE CHACUNE DES THEORIES . P7

A.La Théorie moderne de l'Ether. P7

B.La Théorie Quantique des variables absolues. P12

III.LES THEORIES P14

THEORIE MODERNE DE L'ETHER. P15
TABLE DES MATIERES P16
1ier article : Théorie de l'Ether P19
2ième article :Applications de la théorie de l'Ether P33
3ième article : Compléments de la théorie de l'Ether P37
4 ième article :Théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre P39
5ième article : Théorie de l'ether avec gravitation P84
6ième article : Suite de la théorie de l'Ether P123

THEORIE QUANTIQUE DES VARIABLES ABSOLUES. P131
TABLE DES MATIERES P132

I. PRESENTATION DE L'OUVRAGE.

Vers la fin de mes études supérieures scientifiques, en 1987, après des classes préparatoires au Lycée Louis-le-Grand et dans ma dernière année à l'Ecole Centrale, à la suite de la lecture d'un livre sur le centenaire d'Einstein et la Relativité, j'ai eu la conviction que la Relativité Restreinte présentait une faille dans ses bases en dépit d'une évidente excellente validité mathématique de prédiction, en même temps que m'apparaissait une conception nouvelle et extrêmement attrayante de la nature du temps.

Mes études terminées j'ai pu, à la suite de certaines circonstances, consacrer une grande partie de mon temps à des recherches, et en particulier à développer la théorie liée à la Théorie de la Relativité que j'avais entrevue lors de la fin de mes études. Après la lecture d'un livre qui exposait le fameux Paradoxe du chat de Schrodinger, j'ai eu la même impression que celle concernant la Théorie de la Relativité, c'est-à-dire que, dans sa conception actuelle, la Physique Quantique était insatisfaisante, et j'ai essayé d'élaborer une nouvelle approche en évitant les points très discutables et insatisfaisants de la Physique Quantique actuelle.

J'ai eu de la difficulté à publier mes travaux pour différentes raisons, mais j'ai cependant pu publier divers articles notamment dans la revue Physics Essays entre 2000 et 2007, à la conférence Physical Interpretation of Relativity Theory en 2004, dans la revue International Journal of Physics en 2015 ainsi que dans la revue Applied Physics Essays (v10n5,2018). Cependant, excepté le dernier article, ces articles n'étaient pas bien rédigés et de plus contenaient ce qui s'est révélé être des erreurs théoriques importantes, notamment en astrophysique.

Dans ce livre, Théorie moderne de l'Ether-Théorie Quantique des Varaibles Absolues, je présente donc 2 théories.

Même si les 2 théories que je présente sont révolutionnaires sous bien des aspects, je n'ai pu les élaborer qu'en utilisant les travaux de chercheurs, connus ou inconnus qui m'ont précédé. J'ai aussi bénéficié de l'enseignement excellent de certains professeurs lors de mes études primaires et secondaires, et du soutien moral et logistique de nombreux membres de ma famille proche, et des aides de diverses natures d'autres personnes, dans la rédaction de ce livre (Voir « Remerciements)..

Dans la partie II. suivante, je rappellerai le contexte historique scientifique dans lequel chaque théorie a été obtenue.

II. PRESENTATION DE CHACUNE DES THEORIES.

A.Théorie moderne de l'Ether.

Depuis l'aube des temps, des hommes et des femmes se sont posés la question : Quelle est notre place, la place de notre terre, dans l'Univers.

La terre nous semblant immobile, la réponse la plus simple et la plus naturelle était que celle-ci soit le centre de l'Univers et que les étoiles, les planètes et le soleil tournent autour d'elles. Cette réponse a été admise par la philosophie et la science (à l'époque elles n'étaient pas différenciées) pendant de très nombreux siècles, et alors la conception de l'Univers était un système géocentrique c'est-à-dire dans lequel la terre était le centre de l'Univers. Cependant certains physiciens-philosophes isolés, comme par exemple Aristarque de Samos (-310,-230) ont proposé des systèmes héliocentriques dans lesquels le soleil était le centre de l'Univers.

Puis ce modèle géocentrique a été remis en cause par Copernic (1473-1543) qui proposa à nouveau un système héliocentrique, dans lequel la terre et les planètes tournaient sur elles-mêmes et autour du soleil. A partir de cette époque, on abandonna très rapidement le modèle géocentrique. Galilée (1564-1642) proposa un concept révolutionnaire de Référentiels, les Référentiels en translation rectiligne uniforme les uns par rapport aux autres. On appela par la suite ces Référentiels *Référentiels Galiléens*. Puis le célèbre physicien Anglais Newton (1642-1727) proposa les lois de l'attraction universelle, qui lui permirent de justifier théoriquement les observations du physicien Allemand Kepler (1574-1630) sur la trajectoire des planètes, elliptique avec le soleil pour foyer. D'après les lois

de Newton, la gravitation s'exprimait de la même façon dans tout Référentiel Galiléen. Ceci était dû à la loi fondamentale de la dynamique qu'il avait trouvée, c'est-à-dire que la somme des forces s'exerçant sur un système était égale à sa masse multipliée par l'accélération de son centre d'inertie. Elle s'exprimait donc sous la forme :

$$\sum \mathbf{F} = \frac{d}{dt}(m\mathbf{v}) \quad (1)$$

Puis on fit de nouvelles découvertes, notamment en électromagnétisme qui étudiait l'ensemble des phénomènes liés aux charges électriques, immobiles ou en mouvement, et en particulier l'électricité. Un physicien Ecossais, Maxwell (1831-1879) rassembla les lois de l'électromagnétisme sous la forme d'équations connues sous le nom d'*équations de Maxwell.*

Dans la nouvelle conception de notre Univers, qui n'était ni géocentrique ni héliocentrique puisque le soleil n'était pas considéré comme le centre de l'Univers, la plupart des physiciens croyaient cependant à l'existence d'un Référentiel absolu, appelé Ether, rempli de matière immobile, dans lequel se propageaient la lumière et les ondes électromagnétiques.
Cependant des physiciens Américains, Michelson (1852-1931) et Morley (1838-1923) réalisèrent en 1887 une expérience supposée permettre de déceler la vitesse de la terre par rapport à l'Ether, dont le résultat donna une vitesse nulle. Cette expérience, appelée expérience de Michelson et qui eut une importance décisive, utilisait un interféromètre permettant de comparer la vitesse de 2 rayons lumineux ayant emprunté des chemins différents.

Pendant ce temps, Lorentz (1853-1928), physicien Hollandais, proposa un nouveau type de Référentiel, appelé Référentiel de Lorentz, nécessaire pour que les équations de Maxwell puissent s'écrire de la même façon dans tout Référentiel Galiléen. De plus et pour la même raison, Lorentz proposa que la masse d'une particule en mouvement augmente avec la vitesse et devienne $m/(1-v^2/c^2)^{1/2}$ la masse étant animée de la vitesse v. Enfin Lorentz émit l'hypothèse pour expliquer le résultat de l'expérience de Michelson et Morley qu'une règle en mouvement dans l'Ether se contracte dans le sens de son mouvement d'un facteur $C(v)= (1-v^2/c^2)^{1/2.}$ Il proposa une théorie de l'électron avec cette nouvelle masse et cette contraction en accord avec l'observation.

Puis Einstein proposa en 1905 une interprétation plus simple de ces phénomènes, en introduisant un nouveau Principe, appelé Principe de la Relativité, qui exprimait que les lois physiques s'exprimaient de la même façon dans tout Référentiel inertiel (ceux-ci correspondant aux Référentiels Galiléens dans la Relativité). On appela Relativité Restreinte la théorie bâtie sur ce Principe de Relativité. La constance de la vitesse de la lumière pouvant être considérée comme une loi physique, une conséquence de ce Principe de Relativité était que dans tout Référentiel inertiel, la vitesse de la lumière était constante et avait la même valeur c. Ceci expliquait donc le résultat négatif de l'expérience de Michelson et Morley qu'on a évoqué plus haut. Une conséquence de cette vitesse constante de la lumière était que les transformations entre les Référentiels inertiels devaient être les transformations de Lorentz. De plus, une autre conséquence du Principe de Relativité était que la Loi fondamentale de la dynamique exprimée dans les Référentiels inertiels, devait être obtenue en remplaçant dans la Loi de la dynamique de Newton (C'est-à-dire l'équation (1)), la masse m par la masse m/C(v), c'est-à-dire exactement la masse proposée par Lorentz. On peut montrer qu'une conséquence de cette loi modifiée est que l'énergie d'une particule animée d'une vitesse v dans un Référentiel inertiel est $E=mc^2/C(v)$, qui donne la célèbre équation $E=mc^2$ dans le cas où v=0.

Puisque tous les Référentiels inertiels étaient complètement équivalents, le concept de Référentiel Absolu, c'est-à-dire le concept d'Ether devenait alors inutile et il fut totalement abandonné par l'ensemble des physiciens. Toute la physique se développa dans le cadre du Principe de Relativité, et Einstein généralisa sa théorie lorsqu'il y avait de la gravitation en découvrant la Relativité Générale. C'est sur cette Théorie de la Relativité Générale que fut développée la Cosmologie actuelle. En accord avec le Principe de Relativité cependant, dans cette Cosmologie la situation de notre planète, du soleil est de notre galaxie, sont totalement analogues à la situation des autres étoiles de l'Univers, celui-ci n'ayant ni centre ni frontières.

Toute la physique des particules se développa aussi en accord avec le Principe de Relativité, et à ce jour, aucune expérience en laboratoire n'a contredit la Relativité Restreinte, excepté certaines expériences particulières en physique quantique (interaction instantanée à distance), en physique des particules (masse des neutrinos), ou en électromagnétisme (détection du Référentiel de repos du Cosmic Microwave Background), comme on le verra plus loin plus précisément. On verra cependant que ces expériences contredisant la Relativité Restreinte sont en accord avec la Théorie moderne de l'Ether. De même, les observations sont en accord avec la Relativité Générale.

Pourquoi alors proposer une nouvelle théorie, expliquant l'ensemble des phénomènes liés à la Relativité, Restreinte ou Générale dans ces conditions ?
En réalité, la Relativité présente certains aspects très insatisfaisants. On rappelle aussi qu'au temps de Galilée, la physique basée sur le système géocentrique expliquait l'ensemble des observations astronomiques de l'époque, exceptés certains points considérés comme des points de détail et ignorés délibérément par les physiciens de l'époque.

Un physicien Français, Langevin (1872-1946) a proposé une expérience par la pensée qui lui semblait paradoxale d'après sa prédiction par la Relativité Restreinte, cette expérience étant classiquement appelée paradoxe des jumeaux de Langevin. En réalité, la prédiction théorique par la Relativité de cette expérience n'est pas paradoxale si on l'analyse en profondeur. De très nombreux autres soi-disant paradoxes ont été proposés, mais eux semblent témoigner en général dans leur quasi-totalité ou bien d'une méconnaissance de la Relativité ou bien d'une mauvaise utilisation de celle-ci.

Cependant il existe des expériences par la pensée plus élaborées qui, sans contredire la Relativité Restreinte, montrent que leur interprétation par la Relativité Restreinte n'a aucun sens. Exposons ces 2 expériences par la pensée :

On considère 2 règles graduées infinies r_1 et r_2, immobiles dans un Référentiel Galiléen R. Des horloges sont disposées tous les mètres sous chacune des règles et indiquent le temps du Référentiel Galiléen R, elles sont situées sur l'axe OX de R, leur graduation indiquant l'abscisse X de R . Des fusées sont disposées sous chacune des horloges de la $2^{ième}$ règle r_2. A T=0, indiqué par toutes les horloges, les fusées sous la règle r_2 donnent aux horloges de r_2 et à r_2 la vitesse constante v = 3km/s, mesurée dans le Référentiel R et le long de l'axe OX de R (On anime séparément les horloges et la règle r_2 pour éviter l'effet de la contraction des longueurs sur les horloges). Il serait donc logique de s'attendre à ce que les horloges de r_2 indiquent alors le temps du Référentiel Galiléen R' animé de la vitesse v=3km/s par rapport à R, dont l'axe O'X' coïncide avec l'axe OX de R.

Or ceci est impossible car d'après la Relativité Restreinte, on peut choisir une origine spatiale et temporelle de R' telle que le temps T' de R' soit lié au temps T de R par la relation :

$$T' = \frac{T - vX/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \qquad (2)$$

T' étant le temps de R' au temps T en un point d'abscisse X de R.

Et donc d'après l'équation précédente (2), pour que les horloges de r_2 indiquent le temps de R', il faudrait que certaines remontent le temps jusqu'à moins l'infini. De plus, on sait d'après la Relativité que le temps T_2 indiqué par les horloges de r_2, lorsqu'elles coïncident avec une horloge de r_1 indiquant le temps T de R est donné par l'équation :

$$T_2 = T\sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (3)$$

Le phénomène donnant l'équation précédente est appelée *dilatation des temps* dans la Relativité Restreinte. Il est donc impossible dans la Relativité que les horloges de la règle r_2 indiquent le temps de R', et de ce fait R',dont le temps est donné par l'équation (2) semble n'avoir aucun sens physique.

On peut proposer la $2^{ième}$ expérience par la pensée suivante:

On suppose qu'on a toujours 2 règles r_1 et r_2, sur le même axe, pas de longueurs infinies mais d'une longueur pouvant être supérieure à une distance donnée D. On suppose que r_1 coïncide avec l'axe OX d'un Référentiel Galiléen R, et que sa graduation indique l'abscisse X d'un point dans le Référentiel R. Par aileurs r_2 coïncide avec l'axe O'X' d'un Référentiel Galiléen R' animé de la vitesse d'un tapis roulant v=3m/s par rapport à R, la graduation de r_2 indique l'abscisse X' d'un point dans R'. On suppose que R et R' sont des Référentiels inertiels (terme introduit par Einstein mais qui signifie exactement « Galiléens »), et que les transformations entre R et R' sont les transformations de Lorentz classiques.

On considère alors 2 points fixes A et B de R, avec 2 observateurs O_A et O_B situés en A et en B, chaque observateur ayant 2 montres, l'une indiquant le temps de R et l'autre le temps de R'. On suppose de plus que l'origine de R est en A, et que l'abscisse de B dans R est positive. Si T' est le temps de R', on a vu que l'équation précédente (2) donnait T' pour un point d'abscisse X et au temps T dans R.

On suppose qu'au temps T=0 de R, les observateurs O_A et O_B regardent leur montre.
D'après hypothèse, les montres de O_A et O_B indiquant le temps de R indiquent $T_A=T_B=0$.
D'après l'équation (2), l'origine de R coïncidant avec A, la montre de O_A indiquant le temps de R' est $T_A'=0$.
D'après l'équation (2), si A est à une distance D mesurée dans R de B, le temps indiqué par la montre de O_B indiquant le temps de R' est obtenu pour T=0 et X=D, et donc, ce temps est :

$$T_B' = \frac{-vD/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (4)$$

Si on choisit une distance D assez grande, par exemple telle que vD/c^2 est supérieure à 1 milliard d'années, cela signifie dans l'interprétation de la Relativité Restreinte que dans le Référentiel R lié à la règle r_1, O_A et O_B regardent leur montre en même temps, mais dans le Référentiel de r_2, animé de la vitesse d'un tapis roulant par rapport à r_1, O_A a regardé sa montre 1 milliard d'années après O_B. Et donc l'interprétation de cette expérience par la Relativité Restreinte, même si elle ne contredit pas celle-ci, semble n'avoir aucun sens. On a considéré un Univers sans expansion ni gravitation.

Les 2 expériences par la pensée précédentes sont fondamentales, car elles mettent en évidence de façon intuitive les problèmes inhérents à la Relativité Restreinte. Cependant, puisqu'elles ne contredisent pas celle-ci, on ne les utilisera pas explicitement dans la Théorie moderne de l'Ether qu'on exposera plus loin.

Il existe en effet d'autres points concernant la Relativité Restreinte qui sont insatisfaisants.
L'un de ces points concerne la Physique Quantique :
Einstein s'est toujours opposé à la Physique Quantique. Il considérait que celle-ci contredisait la Relativité Restreinte, et il a proposé une expérience, avec 2 autres physiciens, portant le nom de *Paradoxe E.P.R* (Einstein-Podolsky-Rosen Paradox), qui, si on supposait que la Relativité Restreinte était vraie, devait contredire la Physique Quantique.
Cette expérience consistait à produire en utilisant la Physique quantique 2 photons jumelés (appelés aussi *photons corrélés*), et à effectuer une mesure sur chacun des photons en 2 points éloignés. D'après la Physique Quantique, le comportement lors de cette mesure des 2 photons était lié quelle que soit leur distance, et ceci contredisait la Relativité Restreinte pour laquelle aucune information ne peut se transmettre à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Or des variantes plus générales de cette expérience ont pu être réalisées, notamment par Alain Aspect (Prix Nobel 2022), en utilisant les techniques nouvelles qui n'existaient pas lorsque le Paradoxe E.P.R a été proposé, montrant la violation des inégalités de Bell et donc la non-existence de variables cachées susceptibles d'expliquer le résultat de ces expériences en accord avec la Relativité. Et il est extrêmement surprenant et notable qu'elles ont toutes donné le résultat prévu par la Physique Quantique ce qui, d'après Einstein lui-même et les 2 autres physiciens Podolsky et Rosen, contredisait la Relativité Restreinte. On désigne ces expériences sous le nom d'expériences sur le phénomène d'*intrication quantique*. On ne peut transmettre une information quelconque en utilisant ce phénomène d'intrication quantique, mais ce phénomène indique cependant qu'une information s'est transmise plus vite que la lumière ou qu'une

cause s'est transmise plus vite que la lumière ce qui signifie qu'une information ou qu'une cause vient du futur et qui contredit donc la Relativité Restreinte.

Cependant, le monde de la Physique n'a pas voulu considérer, ni même envisager, que le résultat de ces expériences liées à l'intrication était en contradiction avec la Relativité Restreinte, alors que c'était la position d'Einstein, considéré comme l'auteur même de cette théorie, et que cette position n'a jamais été abandonnée par ce dernier. Ce refus s'interprète par le fait que de nombreux physiciens acceptent la Relativité Restreinte de façon dogmatique, et refusent ne serait-ce que l'idée de sa remise en cause. Cette attitude est aussi expliquée par le fait déjà évoqué que, toutes les expériences en laboratoires autres que celles liées à l'intrication quantique sont en accord avec les prédictions de la Relativité Restreinte.

Il est évident cependant que si une nouvelle théorie, dont les bases sont radicalement différentes de celles de la Relativité Restreinte, interprète elle aussi l'ensemble des expériences en laboratoire liées à la Relativité Retreinte, aussi simplement et rigoureusement que cette dernière, et si de plus cette nouvelle théorie est en accord avec les expériences liées à l'intrication quantique, l'attitude scientifique doit être d'étudier les 2 théories afin de pouvoir les comparer et de déterminer laquelle est erronée. Surtout si cette nouvelle théorie évite les paradoxes qu'on obtient avec la Relativité Restreinte dans les 2 expériences par la pensée exposées précédemment.

Or c'est exactement le cas de la Théorie moderne de l'Ether qu'on exposera plus loin. En effet, dans cette Théorie, dans le cas des expériences par la pensée qu'on a exposé plus haut, R étant le Référentiel absolu, la relation entre le temps T de R et le temps T' de R'est, choisissant une origine des temps commune :

$$T' = T\sqrt{1 - v^2 / c^2} \qquad (5)$$

Et donc dans la 1^{ière} expérience par la pensée, le temps indiqué par les horloges de r_2 est bien le temps de R', et dans la 2^{ième} expérience par la pensée, la simultanéité étant équivalente dans R et R' d'après l'équation (5), les montres de O_A et O_B indiquant le temps de R' en A et en B indiquent le même temps $T_A'=T_B'=0$, lorsque O_A et O_B regardent leur montre au temps de R $T=T_A=T_B=0$. De plus, la Théorie moderne de l'Ether n'est pas contraire à l'interaction instantanée à distance, et donc n'est pas en contradiction avec la prédiction des expériences liées à l'intrication quantique par la Physique Quantique. Nous verrons aussi que la découverte que les neutrinos ont une masse, qui a valu le prix Nobel en 2015 à Takaaki KAJITA et à Arthur McDONALD contredit non seulement le Modèle Standard mais aussi la Relativité Restreinte alors qu'elle est en accord avec la Théorie moderne de l'Ether.

Dans les articles publiés dans la revue Physics Essays ainsi que dans les premières éditions du livre Théories d'or, nous présentions une première Cosmologie basée sur l'Ether (CBE1), que nous avons abandonné partiellement car elle n'était pas satisfaisante. Dans cette première Cosmologie (CBE1) la vitesse absolue d'un photon était égale à c, et l'Univers était comme une sphère en expansion dont les frontières se déplaçaient à la vitesse de la lumière. Cette première Cosmologie justifiait cependant la courbe de rotation des Galaxies à courbe de rotation plate et la nature de la masse sombre (Dans de nombreuses galaxies, la vitesse des étoiles est indépendante de leur distance au centre, et de plus on on ne peut expliquer cette vitesse par la masse visible de la galaxie, il doit donc y avoir une masse d'origine inconnue, appelée masse sombre), énigmes très importantes de la Cosmologie actuelle. A partir de la 5^{ième} édition de Théories d'or, nous avons présenté une 2^{ième} Cosmologie basée sur l'Ether (CBE2), gardant certains aspects de CBE1, par exemple la forme de l'Univers (sphérique,) ou l'interprétation de la masse sombre, mais dont les frontières ne se déplacent plus à la vitesse de la lumière.

La 2^{ième} Cosmologie de la Théorie de l'Ether (CBE2) admet cependant les 2 hypothèses concernant l'existence de l'Ether :

A.Une substance appelée *substance sombre* ou *ether-substance* emplit tout ce qu'on appelle le vide dans l'Univers.

B.En tout point de l'espace on peut définir un Référentiel absolu appelé *Référentiel local Cosmologique* ou *ether local*.

Cette 2ième Cosmologie (CBE2) permet d'interpréter la nature de la masse sombre, l'origine de son invisibilité, la courbe de rotation plate des galaxies, la loi de Tully-Fisher ($M=Kv^4$, M masse baryonique de la galaxie (avec une courbe de rotation constante des vitesses v), K constante). Elle permet aussi d'obtenir la distribution de matière sombre dans les galaxies et dans les amas de galaxies. Un aspect fondamental de la 2ième Cosmologie est qu'elle permet de déterminer l'Ether local (Référentiel absolu) qui est naturellement identifié avec le Référentiel de repos du Cosmic Microwave Background (CMB). Dans la CBE2, la forme de l'Univers est très simple et unique (sphérique) alors qu'on rappelle que dans la SCM, il y a de nombreuses formes possibles de l'Univers, très complexes, sauf si l'Univers est infini ce qui semble totalement impossible.

La CBE2 propose 2 modèles mathématiques d'expansion: Le premier modèle mathématique, en accord avec les observations astronomiques, est basé comme la SCM sur les équations de la Relativité Générale. Le 2ième modèle ne l'utilise pas, mais utilise des équations très simples, (les frontières de l'Univers sphérique se déplacent à vitesse constante), et permet d'obtenir très simplement la valeur de la constante de Hubble, (en 1/t, t age de l'Univers), ainsi que toutes les distances Cosmologiques. On l'étudiera car il permet de comprendre physiquement le nouveau modèle Cosmologique.

On verra aussi que la Théorie de l'Ether permet d'interpréter l'ensemble des phénomènes liés à la Relativité Générale d'une façon nouvelle, en ayant une signification physique beaucoup plus claire que cette dernière. La Théorie de l'Ether avec Gravitation interprète notamment l'électromagnétisme et la physique quantique en présence de gravitation de façon beaucoup plus élégante et simple que la Relativité Générale. Nous verrons cependant que la Théorie de l'Ether est compatible avec l'existence d'ondes gravitationelles.

On voit donc que la Théorie de l'Ether, notamment en ce qui concerne la Cosmologie, amène à une révolution dans la conception de notre Cosmos analogue à la révolution Copernicienne. On rappelle qu'un grand physicien Anglais contemporain d'Einstein, Eddington (1882-1944) disait « La Théorie de la Relativité est la Théorie mathématique de l'Univers, ce n'est pas la Théorie de la substance ». C'est ce même Eddington qui vérifia la prédiction de la Relativité Générale de la déviation d'un rayon lumineux par une masse, et donc c'était l'un des plus grands spécialistes de la Relativité. On voit que la Théorie moderne de l'Ether lui donne raison, même si mathématiquement et physiquement la Théorie de l'Ether est sans doute beaucoup plus différente de la Théorie de la Relativité qu'il ne l'avait imaginée.

B.La Théorie Quantique des Variables Absolues.

A l'heure actuelle, la situation de la Physique Quantique est proche de celle de la Relativité :
Tout comme celle-ci, elle est considérée comme l'une des théories les plus complexes et les plus importantes de la physique. Elle permet de donner une interprétation à un nombre incalculable d'expériences diverses réalisées en laboratoire, notamment en physique des particules.
Pourtant, tout comme la Relativité, elle présente des aspects très insatisfaisants. Rappelons les Principes fondamentaux de la Théorie Quantique Classique :
D'après ces Principes, un système est complètement défini par sa fonction d'onde. De plus un système est dans un état indéterminé tant qu'on n'effectue pas une mesure sur lui. La probabilité que la mesure donne une certaine valeur est déterminée par la fonction d'onde.

Or celui qui le premier donna une équation permettant d'obtenir la fonction d'onde, Schrodinger (1887-1961), Prix Nobel 1933, était en désaccord avec la Théorie Quantique Classique basée sur les Principes précédents. Il proposa une expérience par la pensée, connue sous le nom du *Paradoxe du chat de Shrodinger* dans laquelle on enfermait dans une boite un chat avec une particule, qui si elle se désintégrait actionnait une particule de poison. D'après les Principes de la Théorie Quantique Classique donnés plus haut, puisque l'état de la particule, désintégrée ou non désintégrée, était indéterminé avant qu'on observe la particule, l'état du chat, mort ou vivant était aussi

indéterminé. Cette interprétation de cette expérience peut être considérée comme en accord avec la Théorie Quantique Classique. Certes elle n'est pas admise telle quelle par la communauté scientifique, qui en donne diverses interprétations d'une grande complexité , mais Schrodinger n'a été convaincu par aucune de ces interprétations, et on ne peut mettre en doute les compétences scientifiques de ce savant.

En outre, celui qui était sans doute le plus grand théoricien en physique des particules, le physicien Américain Feynman (1918-1988), Prix Nobel 1965, déclarait « Personne ne comprend rien à la Physique Quantique ». Etant donné les qualités de ce physicien, si ceci s'appliquait à lui, cela s'appliquait alors à tout le monde. Là encore, une des raisons au fait que Théorie Quantique Classique était incompréhensible, était que l'état d'une particule était indéterminé avant qu'on ne l'observe, ceci semblant complètement contraire au bon sens dans la plupart des expériences de physique des particules.

La Théorie Quantique des Variables Absolues qui sera exposée dans ce livre, est une nouvelle théorie générale interprétant tous les phénomènes liés à la Physique Quantique. Cependant, dans cette théorie, l'état d'une particule est indépendant de son observation, et donc tout comme le paradoxe du chat de Schrodinger disparaît, les phénomènes liés à la Physique deviennent compréhensibles.

De plus, une conséquence de la Théorie Quantique Classique est qu'avant d'être mesurées, la position x et l'impulsion p_x d'une particule sont indéterminées, et qu'on ne peut mesurer l'une et l'autre simultanément. (La relation d'incertitude entre elles ést $\Delta x \Delta p_x \geq h/2\pi$, connue sous le nom d'inégalité d'Heisenberg). Il en résultait que les relations de la mécanique classique, faisant intervenir simultanément la position et l'impulsion ne pouvaient plus être valides dans la Théorie Quantique Classique. On admettait cependant qu'elles étaient valides approximativement, mais même justifier cette validité approximative était complexe, utilisant le concept complexe de paquets d'ondes et une telle justification n'est pas en général donnée dans les livres de physique quantique. Mais ces équations de la mécanique classique faisant intervenir simultanément p_x et x sont extrêmement utilisées en physique des particules, et on n'a jamais mis en évidence qu'elles n'étaient valides qu'approximativement : Tout porte à croire qu'elles sont valides exactement. C'est aussi peut être en pensant à ces équations, incompatibles avec la Théorie Quantique Classique, que Feynman avouait ne rien comprendre à la Physique Quantique. Or dans la Théorie Quantique des Variables Absolues (TQVA) exposée dans ce livre, ces lois sont exactement valides dans le cas où elles sont utilisées pour interpréter les expériences concernant la Physique des Particules, car dans cette nouvelle théorie (TQVA), la position et l'impulsion sont définies simultanément dans de nombreux cas. Nous verrons qu'afin de pouvoir donner une interprétation de certaines équations très différente de celle de la Théorie Quantique Classique, les Principes de la Théorie Quantique des Variables Absolues sont clairement différents de ceux de cette dernière. En particulier, la Théorie Quantique des Variables Absolues n'utilise pas le concept fondamental de la Théorie Quantique Classique d'Observable, ni le concept complexe de paquet d'ondes. Cependant, la Théorie Quantique des Variables Absolues interprète l'ensemble des phénomènes liés à la Physique Quantique, et c'est la seule théorie générale clairement différente de la Théorie Quantique Classique qui peut interpréter l'ensemble des phénomènes liés à la Physique Quantique. Il est donc nécessaire d'un point de vue scientifique d'étudier cette nouvelle théorie afin de pouvoir la comparer à la Théorie Quantique Classique et de découvrir laquelle est erronée. Je rappelle encore qu'au temps de Galilée, le système géocentrique de l'époque interprétait parfaitement les observations qu'il était possible de réaliser alors, avec seulement des aspects insatisfaisants considérés comme des problèmes de détail, comme le sont considérés actuellement les aspects insatisfaisants de la Relativité et de la Théorie Quantique Classique. Et donc ce n'est pas parce qu'une théorie semble générale et semble interpréter la quasi-totalité des observations qu'elle est nécessairement bonne.

La Théorie Quantique des Variables Absolues (T.Q.V.A) ne présente cependant pas seulement des concepts faciles à comprendre. Elle présente en effet certains concepts surprenants et étranges pour interpréter certaines expériences d'un certain type appelées *expériences à choix retardé*. Cependant, si on veut interpréter ces expériences par la Théorie Quantique Classique, on doit introduire des concepts qui semblent non seulement étranges mais aussi complètement absurdes.

Les expériences à choix retardé sont une variante des expériences concernant l'intrication quantique qu'on a introduit dans la section précédente présentant la Théorie de l'Ether. Décrivons brièvement le principe de ces expériences à choix retardé:
On produit 2 particules corrélées, et on se rend compte que le comportement d'une des particules en un temps T_1 dépend de l'observation de la $2^{ième}$ particule, cette observation dépendant d'un comportement aléatoire de la $2^{ième}$ particule qu'elle aura en un temps T_2 postérieur à T_1 (Chacune des 2 particules pouvant avoir 2 comportements possibles).
Si on veut interpréter ces expériences par la Théorie Quantique Classique (T.Q.C), dans laquelle l'état d'une particule est indéterminé avant son observation, on doit admettre une action du futur sur le passé.
Au contraire dans la T.Q.V.A, cela n'est pas nécessaire : On introduit le concept de *prédiction quantique*, tel que lors de certains phénomènes appelés *chocs quantiques*, tout se passe comme si la particule prévoyait son comportement futur ainsi que celui de sa particule corrélée (si elle en a une). Ce phénomène de prédiction quantique est certes étrange, mais il évite de recourir à une action du futur sur le passé comme c'est nécessaire dans la T.Q.C. On remarque cependant qu'il n'est possible qu'à cause de la possibilité d'interaction instantanée à distance, possible dans la Théorie moderne de l'Ether et impossible dans la Relativité.
Il est à croire que ces expériences à choix retardé joueront un grand rôle dans le développement futur de la Physique Quantique.

III.LES THEORIES

Dans ce qui suit, j'expose les 2 théories présentées dans la section précédente. La plupart des théorèmes ou des lois obtenus par d'autres théories et utilisés dans ces articles sont rappelés explicitement. Concernant la $1^{ière}$ théorie, c'est-à-dire la Théorie (moderne) de l'Ether, les 6 articles contiennent des versions réactualisées et en Français des 5 articles exposés dans la revue Physics Essays. Ils apparaissent comme étant réellement modifiés et profondément améliorés par rapport à leur version Anglaise. En effet d'une part je me suis rendu compte après coup de certaines inexactitudes théoriques notament en astrophysique, ou de la présence de points nécessitant d'être développés et clarifiés, et de plus j'avais des difficultés à exprimer en Anglais des idées qui étaient assez complexes. J'ai cependant gardé les mêmes sections, et j'ai laissé inchangé les numéros d'équations de ces articles que je conservais. J'ai aussi ajouté un « X » aux numéros des équations qui étaient nouvelles ou modifiées par rapport à celles des versions Anglaises. Cependant les idées principales de la Théorie de l'Ether sont exposées dans les versions Anglaises, mais donc parfois de façon incomplète, pas assez claire ou partiellement inexacte.

Les 2 théories exposées dans cet ouvrage sont indépendantes et donc chacune d'elle peut être lue isolément.

1ière THEORIE:

THEORIE MODERNE DE L'ETHER.

Auteur :Thierry DELORT
Date : Aout 2022

1ier article :**THEORIE DE L'ETHER**

2ième article :**APPLICATIONS DE LA THEORIE DE L'ETHER**

3ième article : **COMPLEMENTS DE LA THEORIE DE L'ETHER**

4ième article :**THEORIE DE LA MATIERE SOMBRE ET DE L' ENERGIE SOMBRE**

5ième article :**THEORIE DE L'ETHER AVEC GRAVITATION**

6ième article :**SUITE DE LA THEORIE DE L'ETHER**

TABLE DES MATIERES.

1ier article : **THEORIE DE L'ETHER**. P19

1 :INTRODUCTION P19

2.PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA THEORIE DE L'ETHER. P20

3.POSTULATS-TRANSFORMATIONS ETHER- REFERENTIEL GALILEEN. P20

4.RESULTATS. P26

4.1 Théorèmes fondamentaux. P26
4.2 Exemples d'application de la Théorie de l'Ether. P29

4.2.1 Effet Doppler. P29
4.2.2 Paradoxe EPR P30

4.2.3 Masse des neutrinos. P31

5.CONCLUSION. P31

2ième article : **APPLICATIONS DE LA THEORIE DE L'ETHER.** P33

1.INTRODUCTION P33

3.CINEMATIQUE. P33

3.1Horloges tournant autour de la terre. P33
3.2 Vitesse de la lumière. P34
3.3Référentiels accélérés. P35
3.4Physique des particules. P36

3ième article :**COMPLEMENTS DE LA THEORIE DE L'ETHER.** P37

1.Interprétation de l'expérience de Fizeau. Optique géométrique. P37

4ième article : **THEORIE DE LA MATIERE SOMBRE ET DE L'ENERGIE SOMBRE .** P39

1.INTRODUCTION P39

2.THEORIE DE LA MATIERE SOMBRE P40

2.1 Propriétés physiques de la substance sombre. P40
2.2 Courbe de rotation plate des galaxies. P41
2.3 Loi baryonique de Tully-Fisher. P43
2.4 Temperature de la substance sombre intergalactique. P47
2.5 Forme de l'Univers. P47
2.6 Sphère superposée P48

2.7 Rayon baryonique et rayon sombre d'une galaxie. P49
2.8 Autres modèles de distribution de matière sombre dans les galaxies. P50
2.9 Les autres observations de la matière sombre. P53
2.10 La formation des grandes structures de l'Univers. P63

3.NOUVEAU MODELE COSMOLOGIQUE P63

3.1 Introduction. P63
3.2 Interprétation physique du RRC. Référentiels Cosmologiques local et Universel. P64
3.3 Loi de Hubble-Distances utilisées en Cosmologie. P71
3.4 Limites Cosmologiques de l'Univers observable. P73
3.5 Cosmic Microwave Background. P74
3.6 Contribution dipolaire du CMB. P75
3.7 Lien entre le CMB et la tempéraure de la substance sombre intergalactique. P75
3.8 Energie sombre de l'Univers. P76
3.9 Evolution de la température de la substance sombre-2nd modèle d'expansion. P78
3.10 Energie sombre des particules baryoniques. P78
3.11 La détermination du centre de l'Univers. P79
3.12 Dynamique des amas. P79
3.13 Interprétation de la métrique de FRW. P80

4.CONCLUSION P80

5ième article : **THEORIE DE L'ETHER AVEC GRAVITATION.** P84

1.INTRODUCTION. P84

2.POSTULATS. P85

2.1 Principe fondamental. P85
2.2 Temps et espace absolus-Postulat 4. P86
2.3 Contraction et lois de la mécanique dans la T.E.G. P91
2.4. La lumière et les photons dans la T.E.G. Postulat 6. P94
2.5. Cas d'un Référentiel Galiléen. P97

3.APPLICATIONS. P98

3.1 Décalage vers le rouge par effet gravitationnel. P98
3.2 Décalage vers le rouge des photons émis du soleil. P99
3.3 Décalage des horloges par effet gravitationnel. P99
3.4 Déviation du périhélie de Mercure. P100
3.5 Déviation de la lumière par une masse. P103
3.6 Cas non-statique. P107

4.DISCUSSION. P108

4.1 Remarque concernant les points critiques dans la T.E.G et la R.G. P108
4.2 Trous noirs. P109
4.3 Cas de plusieurs dilatations simultanées. P117
4.4 Comparaison de la contraction C(v) et l'amplification A(e). P118
4.5 Relations intéressantes dans la T.E.G. P119

4.6 Obtention des équations de Lagrange dans l'espace absolu E_A. P119
4.7 Cosmologie dans la T.E.G. P120
4.8 Ondes gravitationnelles. P121

5.CONCLUSION. P122

6ième article :**SUITE DE LA THEORIE DE L'ETHER.** P123

1.INTRODUCTION. P123

2.REFERENTIELS GALILEENS. P123

3.VARIABLES FONDAMENTALES EN ELECTROMAGNETISME. P125

4.OBSERVATEUR EN MOUVEMENT PAR RAPPORT A LA MASSE GENERANT LE POTENTIEL. P126

5.INTERPRETATION DELA PHYSIQUE QUANTIQUE PAR LA T.E.G. P128
6.CONCLUSION. P129

Article :THEORIE DE L'ETHER
Auteur :Thierry Delort
Date : Mai 2020
Extrait du livre : Théories d'or, 10e édition, Editions Books on Demand, Paris (2020)

Résumé :
Cet article présente la Théorie de l'Ether (T.E) . Tout en étant fondamentalement différente de la Relativité Restreinte, cette théorie interprète toutes les expériences classiques liées à la Relativité Restreinte, mais également certaines expériences de physique quantique contredisant la relativité (sur l'intrication quantique), celles prouvant l'existence d'une masse pour les neutrinos ainsi que certaines observations cosmologiques inexpliquées (par exemple donnant l'origine de la masse noire). Elle donne aussi une interprétation de la validité mathématique de la Relativité Restreinte.
On voit dans cet article que de la même façon que la Relativité Restreinte, la Théorie de l'Ether est fondée sur un très simple Principe fondamental, différent mais analogue au Principe fondamental de la Relativité Restreinte.
La fluidité de l'Espace et du temps, l'existence d'un Espace absolu particulier (l'Ether), la contraction des longueurs et du temps, apparaissent comme des conséquences du Principe fondamental et apportent une conception totalement nouvelle de l'Univers.

Mots clés : Ether, transformations de Lorentz, relativité, temps absolu, longueurs absolues.

1.INTRODUCTION

Le problème que nous allons essayer de résoudre est le suivant : Un Ether existe-t-il ? C'est-à-dire existe-t-il parmi tous les Référentiels Galiléens (Référentiels se déplaçant à vitesse constante et avec des axes demeurant parallèles, appelés aussi « Référentiels inertiels » en Relativité) un Référentiel absolu, qu'on peut considérer comme étant au repos avec une vitesse nulle ?
Si un tel Référentiel existe mais que la Relativité d'Einstein est vraie, alors ce Référentiel est complètement indiscernable et n'est pas intéressant. Ainsi, nous allons voir s'il est possible de donner une théorie dans laquelle un tel Référentiel discernable existe. Ceci impliquerait que la Relativité Restreinte (R.R) est fausse. Cependant, il serait nécessaire dans cette théorie de justifier les millions de cas pour lesquels la Relativité Restreinte donne des prédictions expérimentales correctes.
Nous avons exposé dans cet article une telle Théorie de Ether. On peut se demander l'intérêt d'une telle théorie puisque la Relativité Restreinte donne une prévision correcte dans toutes les expériences en laboratoires réalisées à ce jour.
Elle présente différents points d'intérêt :
1.Elle permet d'obtenir l'existence d'un Référentiel absolu au repos, c'est-à-dire l'Ether.
2.Elle est compatible avec la transmission instantanée d'informations à distance dans les expériences sur l'intrication quantique.
3.Elle permet l'interprétation d'observations en Cosmologie comme par exemple la masse noire ou l'âge de l'Univers de façon nouvelle ou beaucoup plus intéressante que leur interprétation par la R.R lorsque celle-ci existe.
4. Elle modifie complètement notre conception de l'Univers en ce qui concerne l'espace et le temps et aussi l'astrophysique. Par exemple :
-Le temps et l'Espace peuvent être considérés comme des fluides.
-Les Référentiels Galiléens ne sont pas équivalents.
-Des temps et des longueurs absolues existent.
-L'Univers est comme un ballon qui gonfle. Il est limité et fini.
5. Elle montre qu'une théorie de formulation aussi simple mathématiquement que la Relativité Restreinte, fondamentalement différente de celle-ci puisque d'une part dans la Théorie de l'Ether on verra que les lois physiques ne sont pas les mêmes dans tous les Référentiels Galiléens et que de plus les transformations entre les Référentiels Galiléens ne sont pas celles de Lorentz, est en accord avec la totalité des expériences réalisées liées à la R.R.

6. La Théorie de l'Ether (T.E) donne une justification mécanique (contractions du temps et des longueurs) aux transformations entre les Référentiels Galiléens, qui ne sont pas les transformations de Lorentz mais permettent de justifier l'utilisation de celles-ci dans les prédictions expérimentales. On peut donc considérer que la T.E donne une justification mécanique à la validité mathématique de la Relativité Restreinte.

Ce point est très important car on pourrait considérer que les Postulats de la T.E compliquent inutilement les phénomènes expliqués par la R.R. Or ils permettent au contraire de comprendre la validité mathématique de la R.R dans les cas où on l'utilise comme conséquence de ces Postulats.
Ceci est à rapprocher d'une phrase d'un grand physicien contemporain d'Einstein, Eddington, qui disait « La Relativité est la théorie mathématique de l'Univers. Ce n'est pas la théorie de la substance ». On verra donc que cette phrase peut être considérée comme prémonitoire, car elle peut s'appliquer à la Théorie moderne de l'Ether que nous allons exposer.
Il est aussi remarquable de constater que ces Postulats permettent d'obtenir une Cosmologie totalement nouvelle, totalement différente de la Cosmologie basée sur la Relativité, en particulier par les équations mathématiques utilisées. Ces Postulats de la T.E sont donc indispensables à l'interprétation de la Cosmologie par la T.E, qui se révèle être mathématiquement beaucoup plus simple que l'interprétation de la Cosmologie par la Relativité.
De plus, ces Postulats sont simples et naturels et sont fondamentaux dans l'élaboration d' une Théorie moderne de l'Ether.

2.PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA THEORIE DE L'ETHER

Ce Principe fondamental est le suivant. Il contient 2 points :

2.1 PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA THEORIE DE L'ETHER :

a).Il existe un Référentiel fixe absolu, appelé « Ether », non équivalent à tous les Référentiels Galiléens (C'est-à-dire discernable).
b)Les lois dans cet Ether sont telles qu'elles tendent à empêcher un observateur au repos dans un Référentiel Galiléen de détecter son mouvement par rapport à l'Ether.

On remarque que ce Principe correspond au Principe fondamental de la Relativité Restreinte. D'après la Théorie de l'Ether, l'expression des lois physiques dans les Référentiels Galiléens doit cependant être proche des lois admises dans la Relativité Restreinte sinon un observateur immobile dans un Référentiel Galiléen pourrait facilement détecter son mouvement par rapport à l'Ether ce qui contredirait le point b) du Principe 2.1.
Ainsi une conséquence du point b) du Principe 2.1 est que dans la T.E les équations de la Relativité Restreinte doivent demeurer valides dans de très nombreux cas de la même façon que la Théorie de Newton demeurait valide dans de très nombreux cas avec une très bonne approximation dans la R.R.
Ainsi à cause du Principe 2.1b), le Principe de Relativité Restreinte doit demeurer vrai avec une bonne approximation.
On remarque que d'après la Principe 2.1a), il existe une infinité de Référentiels fixes absolus, puisque tout Référentiel au repos par rapport à un Référentiel fixe absolu est un Référentiel fixe absolu. On remarque aussi qu'une conséquence du Principe 2.1a) est que des longueurs et des intervalles de temps absolus existent, s'ils sont mesurés dans l'Ether.
Nous allons proposer dans cet article 4 Postulats, apparaissant comme la conséquence du Principe fondamental.

3.POSTULATS-TRANSFORMATIONS ENTRE REFERENTIELS ABSOLUS ET GALILEENS.

Les Postulats de la T.E apparaissent comme des conséquences naturelles et nécessaires du Principe fondamental :
Le Postulat 1 exprime que les lois exprimées dans l'Ether (Référentiel fixe absolu) doivent être les lois qui dans la R.R sont valides dans tout Référentiel Galiléen.
Le Postulat 2 exprime la condition nécessaire de contractions des temps et des longueurs.

Les Postulats 3A et 3B concernent les photons et l'électromagnétisme dans les Référentiels Galiléens. Ils permettent d'obtenir que les phénomènes d'émission de photons, d'optique ou d'électromagnétisme ne peuvent pas permettre de détecter le mouvement de la terre par rapport à l'Ether.
Ces Postulats 1,2,3 sont valides dans la Théorie de l'Ether seulement en l'absence de gravitation ou si on néglige ses effets sur l'espace et le temps.
Dans un article ultérieur, « Théorie de l'Ether avec Gravitation », on donnera des Postulats 4,5,6 permettant l'interprétation par la T.E des phénomènes liés à la Relativité Générale. On verra qu'ils généralisent la notion d'espace absolu, et apparaissent aussi comme la conséquence du Principe fondamental. On verra aussi comment les Postulats 1,2,3 sont modifiés en présence de gravitation.

Nous donnerons aussi dans cette section les transformations fondamentales dans la Théorie de l'Ether entre l'Ether et un Référentiel Galiléen, et comment on peut obtenir un Référentiel de Lorentz à partir d'un Référentiel Galiléen.

Postulat 1 (Existence d'un Ether)

a)Un Référentiel fixe absolu, espace Euclidien, appelé Ether, existe.

b)Les lois physiques dans l'Ether ont la même expression que les lois physiques dans les Référentiels Galiléens dans la Relativité Restreinte (appelés aussi Référentiels inertiels).

En particulier on a comme conséquence du Postulat 1 la validité dans l'Ether des lois mécaniques classiques d'expression :

$$\sum \mathbf{F} = m\frac{d}{dt}\left(\frac{\mathbf{v}}{\sqrt{1-v^2/c^2}}\right)$$

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (1)$$

On a aussi d'après comme conséquence du Postulat 1 la validité dans l'Ether des équations de Maxwell ainsi que la constance de la vitesse de la lumière et des photons. Le fait que cette vitesse soit constante peut aussi être considérée comme la conséquence des équations de Maxwell et du fait qu'on peut considérer les photons comme des particules de masse (inerte) nulle et d'énergie non nulle.

On a aussi comme conséquence du Postulat 1 que l'énergie absolue d'un photon (C'est-à-dire mesurée dans l'Ether) est $E=h\nu_A$, ν_A étant la fréquence absolue du photon (mesurée dans l'Ether). L'impulsion absolue d'un photon est alors $\mathbf{p}=h\nu_A/c\ \mathbf{u}$, **u** étant le vecteur unitaire de l'Espace absolu indiquant la direction du photon.

On a aussi comme conséquence du Postulat 1 la conservation de l'impulsion et de l'énergie dans l'Ether.

On rappelle que les équations de Maxwell ont été découvertes avant la Relativité lorsqu'on croyait en l'existence d'un Ether, de même que la masse de mouvement $m'=m(1-v^2/c^2)^{1/2}$ de laquelle on peut obtenir les équations précédentes (1). La conservation de l'énergie et de l'impulsion était aussi admise dans l'ancienne Théorie de l'Ether précédant la Relativité.

Postulat 2 (Contraction des temps et des longueurs) :

a)Dans l'Ether, considéré comme un Espace Euclidien, les distances sont mesurées par des règles identiques virtuelles, appelées règles standards. On utilise des règles standards virtuelles pour mesurer les distances dans des Référentiels Galiléens.
Un objet animé d'une vitesse v par rapport à l'Ether se contracte dans la direction du mouvement d'un facteur égal à $C(v)=(1-v^2/c^2)^{1/2}$.

Ainsi, si on a une règle standard de longueur l_0 mesurée dans l'Ether lorsqu'elle est au repos, si on la déplace parallèlement à elle-même à la vitesse v, sa longueur mesurée dans l'Ether par une règle standard immobile dans l'Ether devient l_m avec :

$$l_m = l_0\sqrt{1-v^2/c^2} \qquad (2X)$$

b)Le temps est associé à un *fluide temporel* traversant les objets. On dira donc que le temps *s'écoule* sur les objets. Une horloge mesure le temps s'étant écoulé sur elle, et ce temps est proportionnel à la quantité de fluide temporel l'ayant traversée.
Dans l'Ether, le temps est mesuré virtuellement par des horloges identiques synchrones immobiles situées en tout point de l'espace. On appelle *temps absolu* ce temps.

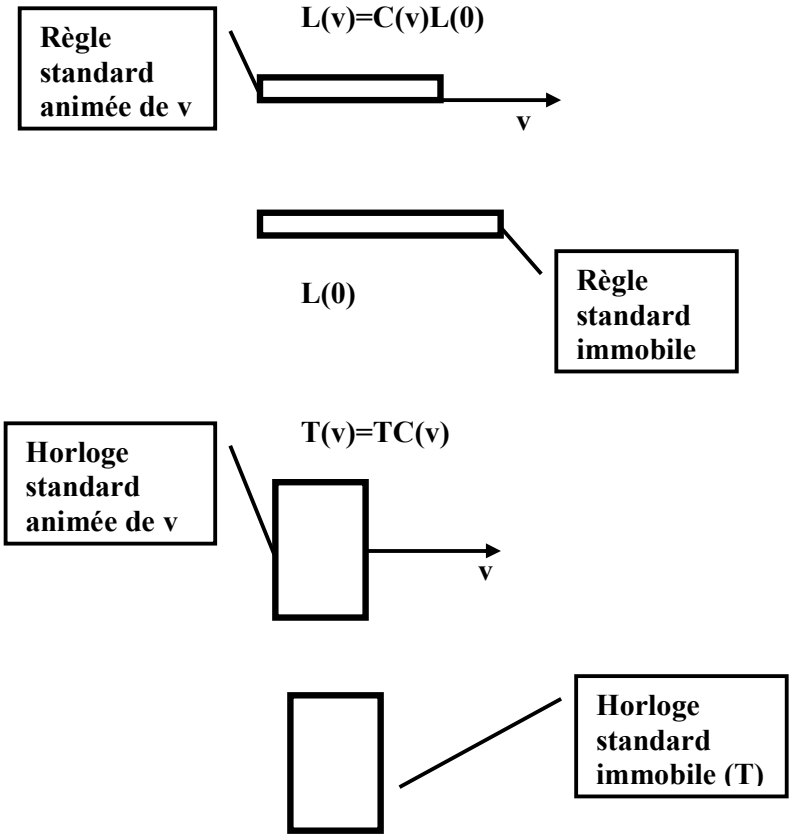


Figure 1 : Contraction des temps et longueurs dans l'Ether.

On appellera *horloge standard* une horloge identique aux horloges mesurant le temps dans l'Ether. On utilisera de telles horloges virtuelles pour mesurer le temps dans des espaces Galiléens. De plus le temps s'écoulant pour un objet, entre 2 évènements coïncidant avec l'objet, est l'intervalle de temps entre ces 2 évènements mesuré par une horloge standard (virtuelle) coïncidant avec lui. On l'appelle classiquement *temps propre* de l'objet (entre ces 2 évènements).

Le phénomène de contraction du temps est le suivant : Si un objet est animé d'une vitesse v dans l'Ether entre 2 points fixes de l'Ether A et B, le temps s'écoulant sur lui (c'est-à-dire mesuré par une horloge standard coïncidant avec lui) est réduit d'un facteur $C(v)=(1-v^2/c^2)^{1/2}$ par rapport au temps absolu, c'est-à-dire mesuré par les horloges fixes de l'Ether.

Ainsi si par exemple on déplace à la vitesse v par rapport à l'Ether une horloge standard H_m entre 2 points fixes de l'Ether A et B, si t_m est le temps s'étant écoulé sur H_m entre A et B (et donc t_m est la différence des temps indiqués par H_m en B et en A) et si t_0 est le temps mesuré par les horloges fixes de l'Ether entre le départ de H_m de A et son arrivée en B (Et donc t_0 est la différence des temps indiqués par l'horloge fixe en A et celle fixe en B), on a :

$$t_m = t_0\sqrt{1-v^2/c^2} \qquad (3)$$

c)La simultanéité d'évènements est définie par la simultanéité dans l'Ether.

On peut donner une justification de l'égalité des contractions spatiales et temporelles par les élements suivants :
-On modélise l'Ether comme un Espace-temps Euclidien, le temps et les longueurs dans cet Espace-temps étant mesurés par des horloges standards virtuelles et des règles standards virtuelles immobiles dans l'Ether.
-On suppose qu'on a la contraction spatiale C(v) définie dans le Postulat 2a.
-On rappelle que le temps s'écoulant pour une horloge standard est proportionnel à la quantité de fluide temporel l'ayant traversée.
-On suppose de plus que le fluide temporel s'écoule de façon uniforme dans l'Ether, c'est-à-dire qu'entre 2 instants T1 et T2 (de l'Espace absolu), la quantité de fluide ayant traversé un objet est proportionnelle au volume absolu de cet objet, c'est-à-dire à son volume mesuré dans l'Ether.

Si on déplace une horloge standard H à une vitesse v dans l'Ether, les particules lourdes la composant (noyaux) sont soumis à une contraction C(v) dans le sens du mouvement, donc leur volume se contracte d'un facteur C(v) et la quantité de fluide les traversant est réduite du même facteur C(v) par rapport au fluide temporel traversant une horloge immobile. De ce fait si on suppose que le temps que H mesure est proportionnel à la quantité de fluide ayant traversé les particules lourdes qui la composent, le temps mesuré par H est réduit du même facteur et on a l'égalité des contractions spatiales et temporelles.
Plus généralement, on peut remplacer H par une particule élémentaire P quelconque (électron, proton..), et supposer que le temps s'écoulant pour P est proportionnel à la quantité de fluide temporel l'ayant traversée. Procédant comme dans le cas de l'horloge H, on arrive aussi à l'égalité des contractions spatiales et temporelles pour la particule.
Nous généraliserons l'interprétation précédente dans le cas de la Théorie de l'Ether avec Gravitation.
Même si elle se révèlait inexacte, l'interprétation précédente demeurerait intéressante, donnant une illustration du concept de fluide temporel qui est fondamental dans la Théorie de l'Ether car il permet de justifier théoriquement et de comprendre la contraction temporelle.

Si H_A est une horloge standard fixe en un point A(X,Y,Z) d' un espace absolu R, on peut utiliser le Postulat 1 pour faire en sorte que H_A indique le temps de R. Ainsi, si H_0 est une horloge standard placée à l'origine O de R et indiquant le temps de R en O, on émet un photon au temps T_0 indiqué par H_0 vers le point A, et H_A doit être réglée pour que le photon l'atteigne au temps T_0+OA/c^2.
Si on a une horloge standard H_A coïncidant avec H_0, et si à partir du temps T_0 indiqué par H_0 on déplace H_A jusqu'au point A avec une vitesse v constante mesurée dans l'Ether, on sait d'après le Postulat 2b qu'elle indiquera le temps $T_P=T(1-v^2/c^2)^{1/2}$ lorsqu'elle arrivera en A, T étant le temps absolu. Connaissant v ou si v négligeable, on peut donc aussi par cette méthode faire en sorte que H_A indique en A le temps absolu.

On remarque que la contraction des longueurs avait été proposée par Lorentz et Fitzgerald avant la R.R, elle permettait notamment d'interpréter l'expérience de Michelson. Le concept de fluidité du temps et la contraction du temps sont des phénomènes propres à la théorie moderne de l'Ether. On rappelle que le fait que le facteur C(v) est le même dans la contraction des longueurs et celle du temps peut être interprété de la façon suivante : Lorsqu'un objet est en mouvement il se contracte dans le sens de sa longueur de C(v). Donc son volume se contracte aussi d'un facteur C(v) et donc, si on modélise le temps comme un fluide, on peut considérer que à cause de la contraction de son volume, la

quantité de fluide s'écoulant sur l'objet est réduite du même facteur, et donc on obtient alors la même valeur C(v) du facteur de la contraction temporelle. Un tel raisonnement sera généralisé dans la Théorie de l'Ether avec Gravitation.

De même l'énergie d'une particule animée d'une vitesse v dans l'Ether $E=\gamma mc^2$ peut aussi être interprétée comme une énergie de contraction.

D'après le Postulat 2c), la simultanéité dans l'Ether définit la simultanéité absolue, et l'Ether définit aussi le temps absolu. C'est-à-dire que si un objet de masse m ou un photon nepeuvent se déplacer à une vitesse absolue supérieure à c, une information elle peut se transmettre à une vitesse supérieure à c. De plus si 2 évènements Ev1 et Ev2 se produisent aux temps absolus t_1 et t_2, alors Ev1 peut être la cause de Ev2 si $t_1<t_2$. Et donc la Théorie de l'Ether, contrairement à la Théorie de la Relativité est en accord avec les expériences sur l'intrication quantique [(6)] et avec toute expérience ou une information se transmet plus vite que la lumière. C'est peut être de telles expériences qui feront apparaître la validité de la Théorie de l'Ether.

TRANSFORMATIONS ETHER-GALILEEN.

On définit un Référentiel Galiléen R' comme un Espace-temps Euclidien se déplaçant à une vitesse absolue constante par rapport à un Espace fixe absolu R, dont les axes demeurent respectivement parallèles à ceux de R, et tel que la simultanéité dans R' soit équivalente à la simultanéité dans R, c'est-à-dire à la simultanéité absolue. Le temps et les longueurs mesurés dans R' doivent l'être par des règles standards et des horloges standards virtuelles (c'est-à-dire identiques à celles utilisées pour mesurer les temps et longueurs dans R) au repos dans R' (Et donc animés de la vitesse absolue v).
Si R' est un Référentiel Galiléen d'origine O' tel que (O'X') coïncide avec (OX) et que à T=T'=0, on a O et O' coïncident, on obtient alors les transformations entre R et R' :

$$X'=\frac{X-vT}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$
$$Y'=Y$$
$$Z'=Z$$
$$T'=T\sqrt{1-v^2/c^2} \qquad (5)$$

On voit dans les transformations précédentes que la simultanéité dans R' est équivalente à la simultanéité dans R.
La première transformation entre X et X' est la conséquence de la contraction des longueurs exprimée dans le Postulat 2a.
Puisque la simultanéité dans R' est équivalente à la simultanéité dans R, on doit avoir à T=0 (temps indiqué par toutes les horloges standards indiquant le temps de R), toutes les horloges standards qui indiquent le temps de R' doivent indiquer T'=0. Mais par hypothèse, ces horloges sont animées de la vitesse absolue v, et donc d'après le Postulat 2b de la contraction temporelle, leur temps est ensuite celui indiqué par la transformation entre T et T' dans les transformations précédentes. On a appelé les Référentiels R' définis plus haut *Référentiels Galiléens* car la simultanéité de 2 évènements est indépendante du Référentiel Galiléen dans lesquels on les mesure, ce qui était le cas dans les Référentiels conçus par Galilée. Cependant on devrait les appeler *Référentiels néoGaliléens* car contrairement aux Référentiels conçus par Galilée les intervalles de temps entre 2 évènements dépendent des Référentiels R' dans lesquels on les mesure.

J'ai obtenu les transformations précédentes comme conséquences naturelles du Postulat 2. J'ai appris par la suite que des transformations identiques avaient déjà été proposées par Tangherlini.

On peut montrer facilement, utilisant ce qui suit, les obtenir par un changement de variable temporelle très simple à partir des transformations de Lorentz. Ainsi, si on suppose vraie la Relativité Restreinte, R_{I1} et R_{I2} étant 2 Référentiels inertiels quelconques, c'est-à-dire qu'on passe de R_{I1} à R_{I2} par

les transformations de Lorentz, par un décalage très simple des horloges de R_{I2} on peut obtenir un Référentiel $R_{I2'}$ tel qu'on passe de R_{I1} à R_{I2}' par les transformations de Tangherlini précédentes.

De même on verra qu'on peut obtenir les transformations de Lorentz à partir de ces transformations, et que celles-ci jouent un role primordial dans la Théorie moderne de l'Ether. Cependant, puisqu'on peut obtenir ces transformations dans les 2 théories, elles ne caractérisent pas ni ne permettent de différencier ces 2 théories. Ce sont les bases théoriques de ces 2 théories, et leur interprétation de ces différentes transformations qui permettent de les différencier.

Si $H_{A'}$ est une horloge standard placée en un point fixe A'(X',Y',Z') de R', on peut faire en sorte qu'elle indique le temps de R' : Si T_A est le temps indiqué par l'horloge fixe de R, H_A coïncidant avec $H_{A'}$, on règle H_A' pour qu'elle indique $T_A'=T_A(1-v^2/c^2)^{1/2}$. On peut régler ainsi $H_{A'}$ à n'importe quel instant où elle coïncide avec une horloge fixe H_A indiquant le temps de R.
On sait alors d'après le Postulat 2b) que $H_{A'}$ indiquera alors toujours le temps de R'.

On peut aussi utiliser le Référentiel de Lorentz R''associé à R' que l'on va définir dans lequel la vitesse de la lumière est égale à c. On peut faire en sorte qu'une horloge standard indique le temps de R'' de la même façon que pour faire en sorte qu'elle indique le temps de R.

Postulat 3A (photons) :

a) On modélise un photon par 2 points matériels se déplaçant à la vitesse absolue c. Si un photon atteint un point fixe A' d'un Référentiel Galiléen R', la période T' du photon mesurée dans R' est le temps séparant l'arrivée en A' des 2 points matériels constituant le photon (Ce temps peut donc être mesuré par toute horloge standard coïncidant avec A'). La fréquence du photon mesurée dans R' est alors ν'=1/T'. La longueur d'onde du photon dans R' est la distance entre les 2 points matériels constituant le photon mesurée dans R'.
On aurait pu donner une modélisation équivalente considérant qu'un photon est constitué de N_0 points matériels successifs se déplaçant à la vitesse c avec $N_0>1$). La longueur d'onde absolue du photon est alors la distance absolue entre 2 points matériels successifs.

b) Si une particule au repos dans l'Ether émet un photon par un processus (une désintégration ou une désexcitation) de période T_0, alors une particule en mouvement émettra par un processus identique un photon de période T_0 mesurée par une horloge coïncidant avec la particule en mouvement.

D'après b), lorsque la particule est en mouvement, si T_P est le temps propre pour la particule entre l'émission des 2 points matériels constituant le photon, $T_P=T_0$.

REFERENTIEL DE LORENTZ ASSOCIE A UN REFERENTIEL GALILEEN :

Supposons qu'on ait un Référentiel Galiléen R', telle que les transformations entre R' et un Référentiel absolu R soient celles données dans l'équation (5).
Si on retarde toute horloge virtuelle de R' située en un point de coordonnée X' de vX'/c^2, alors conservant les mêmes coordonnées spatiales de R', on obtient un Référentiel R'' telle que si (X',Y',Z',T') est un évènement de R', alors cet évènement est (X'',Y'',Z'',T'') dans R'' avec :

$$X''=X'=\frac{X-vT}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$$

Y''=Y'=Y

Z''=Z'=Z

$$T''=T'-vX'/c^2=\frac{T-vX/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (6)$$

On voit que les transformations entre l'Espace fixe absolu R et R'' sont exactement les transformations de Lorentz. R'' apparaît donc comme étant un Référentiel de Lorentz naturellement associé à R'.

Utilisant le Référentiel de Lorentz précédent, on peut définir les champs électromagnétiques dans un Référentiel Galiléen R' dans le Postulat suivant :

Postulat 3B :

a) Si R' est un Référentiel Galiléen et R'' est le Référentiel de Lorentz associé à R' défini précédemment, on définit dans R'' un champ électrostatique E''(X'',Y'',Z'',T'') et un champ magnétique B''(X'',Y'',Z'',T'') utilisant dans R'' les équations de Maxwell.
(Ceci est la conséquence du fait qu'on a admis dans le Postulat 1 que les équations de Maxwell étaient vraies dans R, et qu'on passe de R à R'' par les transformations de Lorentz).

b) On obtient alors en tout point fixe (X',Y',Z',T') du Référentiel R' un champ magnétique B'(X',Y',Z',T') et un champ électrostatique E'(X',Y',Z',T') définis par :

$$E'(X',Y',Z',T')=E''(X',Y',Z',T'-vX'/c^2)$$

$$B'(X',Y',Z',T')=E''(X',Y',Z',T'-vX'/c^2). \qquad (7)$$

4. RESULTATS

Nous allons exposer comment la Théorie de l'Ether justifie la validité de l'utilisation des équations de la Relativité Restreinte dans tous les cas où elle est vérifiée expérimentalement.
Ceci est fondamental car on peut ainsi établir qu'une Théorie de l'Ether fondamentalement différente dans ses bases de la Relativité Restreinte (dans son Principe fondamental et dans ses Postulats) permet d'interpréter toutes les expériences qu'on croyait jusqu'à présent en contradiction avec l'existence d'un Ether, et qu'elle donne une justification physique à la validité mathématique de la Relativité Restreinte dans les cas où on utilise ses équations.
Les équations de la Relativité Restreinte (et son Principe) sont cependant contredites par les expériences de physique quantique montrant des interactions instantanées à distance (intrication quantique) [(6)] , alors que celles-ci sont en accord avec la Théorie de l'Ether pour laquelle les interactions instantanées à distance sont possibles.

4.1Théorèmes fondamentaux sur l'utilisation des équations de la R.R.

Nous allons établir des théorèmes montrant que la Théorie de l'Ether justifie l'utilisation de la Relativité Restreinte dans des millions de cas, par exemple:

-Pour prévoir les trajectoires des particules.
-Pour obtenir (expérimentalement) la vitesse de la lumière dans des Référentiels Galiléens.
-Pour obtenir le temps propre d'un objet (mesuré par une horloge standard coïncidant avec lui).
-Pour montrer que les expériences classiques d'optique et d'électromagnétisme ne peuvent révéler la vitesse de la terre par rapport à l'Ether.

Dans ce qui suit, R,R' et R'' sont les Référentiels définis précédemment, R est un Référentiel absolu, R' un Référentiel Galiléen et R'' est le Référentiel de Lorentz associé à R'. Les transformations entre ces Référentiels sont celles données plus haut.

4.1.1.Trajectoires.

Montrons que la T.E entraîne que la R.R peut être utilisée pour calculer la trajectoire d'une particule dans un Référentiel Galiléen.
Si P est une particule, on sait qu'on peut obtenir la trajectoire et la vitesse de P en tout point en appliquant les équations de Maxwell et les équations de la mécanique relativiste à P dans le Référentiel absolu R. Ceci est une conséquence du Postulat 1.
Or on sait qu'on passe de R à R'' par les transformations de Lorentz, et donc de par les propriétés mathématiques des Référentiels de Lorentz utilisées en R.R, on sait que ceci est équivalent à appliquer les équations de Maxwell et les équations de la mécanique relativiste à P dans R''.
On a donc le Théorème 4.1.1A :

THEOREME 4.1.1A :

Si P est une particule, on peut calculer sa vitesse et sa trajectoire en tout point dans R'' en appliquant les équations de Maxwell et les équations de la mécanique Relativiste à P dans R''.

De plus on sait que les coordonnées spatiales de R' et de R'' sont identiques (X'=X'',Y'=Y'',Z'=Z''). Il en résulte qu'une conséquence immédiate du Théorème précédent est le Théorème 4.1.1B:

THEOREME 4.1.1B :

Si P est une particule, la trajectoire de P dans le Référentiel R' est identique à celle calculée dans R''.

On voit donc que les théorèmes précédents sont fondamentaux malgré leur simplicité.

Par exemple si on a 2 particules A et B dans le Référentiel Galiléen R' qui lors d'une collision produisent une particule C et une particule D, on peut obtenir les trajectoires de C et D en utilisant la conservation de l'impulsion et de l'énergie dans R'', c'est-à-dire en écrivant :
$\mathbf{P}_A''+\mathbf{P}_B''=\mathbf{P}_C''+\mathbf{P}_D''$ et $E_A''+E_B''=E_C''+E_D''$.
Il en est de même si une particule A se désintègre au repos dans R' en produisant un photon et une particule B.

4.1.2 Vitesse de la lumière.

A cause de la transformation entre R' et R'', on obtient immédiatement le Lemme fondamental 4.1.2.A :

LEMME 4.1.2.A :

Si P est un point fixe de R' (et donc P est aussi fixe dans R'') et que 2 évènements E_A et E_B se produisent en P à T_A' et T_B' mesuré dans R' correspondant à T_A'' et T_B'' mesurés dans R'', alors on a :
$T_B''-T_A''=T_B'-T_A'$

Montrons en utilisant le Lemme précédent que la vitesse de la lumière est égale à c si on la mesure sur un aller retour en un point fixe d'un Référentiel Galiléen. Ceci entraîne le résultat de l'expérience de Michelson, mais est un résultat plus général.
P_1 et P_2 étant 2 points fixes de R', connaissant la distance P_1P_2, à T_1' un photon part de P_1, il arrive à T_2'à P_2, et un miroir en P_2 renvoie le photon vers P_1 qu'il atteint à T_3'.
Puisqu'on sait que la vitesse du photon est égale à c dans R, et qu'on passe de R à R'' par les transformations de Lorentz, une propriété mathématique des Référentiels de Lorentz entraîne que la vitesse du photon est égale à c dans R''.
P_1 et P_2 étant fixes dans R', ils sont fixes dans R'', et si T_1'',T_2'',T_3'' sont les temps de R'' correspondant à T_1',T_2',T_3', on a donc, la vitesse du photon étant égale à c dans R'' :

$T_3''-T_1''=2\|P_1P_2\|_{R''}/c$

Avec $\|P_1P_2\|_{R''}$ distance entre P_1 et P_2 mesurée dans R''.
Mais d'après les transformations entre R' et R'', cette distance est aussi celle mesurée dans R' et de plus d'après le Lemme 4.1.2.A T3''-T1''=T3'-T1' et donc :

$T_3'-T_1'=2\|P_1P_2\|_{R'}/c$

La vitesse moyenne de la lumière mesurée dans R' pour cette expérience est donc égale à c.

4.1.3 Calcul du temps propre.

Supposons qu'un objet O se déplace d'un point A à un point B.
A cause du Postulat 2b), on peut calculer le temps propre T_P de O pour le déplacement de A en B (c'est-à-dire mesuré par une horloge standard coïncidant avec lui) dans R de la même façon qu'en R.R on calcule le temps propre d'un objet dans un Référentiel inertiel.
En effet dans la R.R si on déplace dans un Référentiel inertiel R_R une horloge d'un point A à un point B à une vitesse v, le temps propre T_P de l'horloge pour le déplacement est¨ :
$T_P=T_{AB}(1-v^2/c^2)^{1/2}$, T_{AB} étant le temps de déplacement mesuré dans R_R. On est donc exactement dans le cas du Postulat 2b) pour une horloge se déplaçant dans R.

De plus puisqu'on passe de R à R'' par les transformations de Lorentz on peut calculer le temps propre du déplacement de A en B dans R'' de la même façon qu'en R.R dans un Référentiel inertiel. Ceci est une propriété mathématique des Référentiels de Lorentz utilisée en Relativité.
En particulier si O se déplace de A en B avec une vitesse v'' mesurée dans R'', le temps propre de O pour le déplacement est $T_P=T_{AB}''(1-v''^2/c^2)^{1/2}$, T_{AB} étant le temps du déplacement mesuré dans R''.

On a donc le Théorème fondamental 4.1.3A suivant :

THEOREME 4.1.3A :

O étant un objet se déplaçant d'un point A à un point B on peut calculer son temps propre T_P pour le déplacement dans R'' ou dans R avec la même équation que celle utilisée en Relativité dans les Référentiels de Lorentz.

4.1.4 Electromagnétisme et optique.

En utilisant le Postulat 3B, on voit que les expériences classiques d'électromagnétisme et d'optique ne peuvent révéler le mouvement de la terre par rapport à l'Ether.
En effet dans certaines expériences, on mesure des différences de phases en des points fixes. De la même façon que le Lemme 4.1.2A, on obtient qu'on peut calculer ces différences de phase aussi bien dans R' que dans R''. Dans des expériences d'optique, on détermine la trajectoire de rayons lumineux. De la même façon que le Théorème 4.1.1B, on obtient que dans R' ces trajectoires sont identiques à celles calculées dans R'' en appliquant les équations de Maxwell.
De plus, en utilisant que les coordonnées spatiales de R' et de R'' sont identiques, on obtient que pour un élément chargé au repos dans R' (et donc dans R''), $\rho'=\rho''$, car le volume d'un objet au repos dans R' est égal à son volume dans R''.
On obtient aussi que pour un élément chargé mobile dans R', **j**' et **j**'' étant définis avec les notations usuelles par $\mathbf{j}'=\rho'\mathbf{v}'$ et $\mathbf{j}''=\rho''\mathbf{v}''$, on obtient $\mathbf{j}'=\mathbf{j}''$.
(Pour obtenir ceci, on montre qu'on peut exprimer **j**' et **j**'' sous la forme usuelle:

$$\mathbf{j}'=\rho_0\frac{d\mathbf{M}'}{dt_p} \quad \text{et} \quad \mathbf{j}''=\rho_0\frac{d\mathbf{M}''}{dt_p}$$

On utilise alors d**M**'=d**M**''.
Ceci ne représente pas de difficultés particulières et sera fait explicitement dans l'article « Suite de la Théorie de l'Ether »).
Une conséquence de ceci est que si on a un circuit électrique, I'=I'', I' et I'' étant les intensités mesurées dans R' et dans R''.

4.2 Exemples d'applications de la Théorie de l'Ether.

4.2.1 Effet Doppler.

Montrons qu'on obtient dans la Théorie de l'Ether un Effet Doppler identique à celui trouvé dans la Relativité.
Pour étudier l'Effet Doppler, R et R' étant définis comme précédemment, (R absolu, R' Galiléen), on accélère des ions dans R' en utilisant un accélérateur de particules et, ces ions émettant des photons, on mesure la période (ou, de façon équivalente, la fréquence) de ces photons en un point fixe A de R'.

Considérons d'abord le cas où R et R' coïncident, c'est-à-dire R' est animé d'une vitesse nulle par rapport à R. A est donc un point fixe de R.
On avait obtenu dans l'ancienne théorie de l'Ether, c'est-à-dire celle précédant la R.R et donc sans contraction spatiale ni temporelle, que la relation entre la période T_{AX} du photon mesuré en un point fixe de l'Ether et T_0 période du photon émis par une particule au repos dans l'Ether (mesurée dans l'Ether) était :

$$T_{AX}=(1-(V/c)\cos(\theta))T_0 \qquad (8X)$$

Avec V vitesse des ions dans l'Ether, θ angle de la vitesse des ions avec la droite SA, S étant le point d'où est émis le photon.
Dans la Théorie moderne de l'Ether, d'après le Postulat 3A, si T_P est le temps propre de l'ion entre l'émission des 2 points constituant le photon, on a $T_P=T_0$.
De plus d'après le Postulat 2b, si T est le temps mesuré dans l'Ether correspondant à T_P, on a : $T_P=T(1-V^2/c^2)^{1/2}$.
Et donc :

$$T=\frac{T_0}{\sqrt{1-V^2/c^2}} \qquad (9X)$$

On voit donc que pour cette expérience, la seule différence entre la Théorie moderne de l'Ether et l'ancienne Théorie de l'Ether est que le temps mesuré dans l'Ether entre l'émission des 2 points matériels diffère d'un facteur $C(V)=(1-V^2/c^2)^{1/2}$.
Il en résulte qu'on obtient, dans la Théorie moderne de l'Ether, la période mesurée au point A en remplaçant T_0 par $T_0/C(V)$ dans l'équation donnant T_{AX} .
On obtient donc :

$$T_A=T_0\frac{(1-(V/c)\cos(\theta))}{\sqrt{1-V^2/c^2}} \qquad (10X)$$

Cette relation est donc identique à celle obtenue dans tous les Référentiels inertiels dans la R.R.

Considérons maintenant le cas où R' ne coïncide pas avec R, c'est-à-dire que R' est animé d'une vitesse non nulle v par rapport à R.
On sait d'après le Théorème 4.1.1A qu'on obtient la vitesse V'' dans R'' d'une particule ionique P en appliquant les équations de Maxwell et les équations de la mécanique relativiste à P dans R''.
De plus d'après le Postulat 3A, si T_P est le temps propre pour l'ion entre l'émission des 2 points matériels constituant le photon $T_P=T_0$.

Mais d'après le Théorème 4.1.3A sur le temps propre, $T_P=(1-V''^2/c^2)^{1/2}$ T'', où T'' est le temps mesuré dans R'' correspondant à T_P.
De plus, on a vu que la vitesse du photon dans R'' était égale à c.
En résumé, on a dans R'' :
-La vitesse V''des ions est obtenue en appliquant les équations de Maxwell et les équations de la mécanique classique.
-T'' étant le temps mesuré dans R'' entre l'émission des 2 points matériels, on a :
$T''=T_0/(1-V''^2/c^2)^{1/2}$.
-Le photon se déplace à la vitesse c.
Les équations concernant le photon dans R'' sont donc exactement les mêmes qu'elles étaient dans R, dans le cas où R' coïncidait avec R, et on a donc de la même façon, T_A'' étant la période du photon mesurée en A:

$$T_A" = T_0 \frac{(1-(V"/c)\cos(\theta))}{\sqrt{1-V"^2/c^2}} \qquad (11X)$$

θ étant l'angle mesuré dans R'' entre la direction de **V**'' avec la droite (SA), S étant le point d'émission du photon.
D'après le Lemme 4.1.2A, si T_A' est la mesure au point fixe A de la période du photon dans R', on a $T_A'=T_A''$.
On voit donc que la prédiction de l'Effet Doppler, Transversal ou longitudinal est la même dans la Théorie moderne de l'Ether que dans la R.R.

On rappelle que l'effet Doppler Transversal, qui seul diffère de la prédiction de l'Ancienne Théorie de l'Ether pour laquelle on a vu qu'on avait l'Effet Doppler longitudinal, a été vérifié pour la première fois par Ives et Stilwell. (Voir les Références).

4.2.2 Expériences sur le Paradoxe EPR.

Einstein avait proposé une expérience supposée montrer l'invalidité de la théorie quantique connue sous le nom de « Paradoxe EPR ». Cette expérience consistait à produire 2 photons corrélés, selon la théorie quantique ils devaient interagir à distance, c'est-à-dire que la mesure de l'un influait sur le résultat de la mesure du second, ceci impliquant selon la théorie quantique la transmission d'une information instantanée à distance, et donc contredisait la théorie de la Relativité selon laquelle une information ne peut être tansmise à une vitesse supérieure à celle de la lumière.

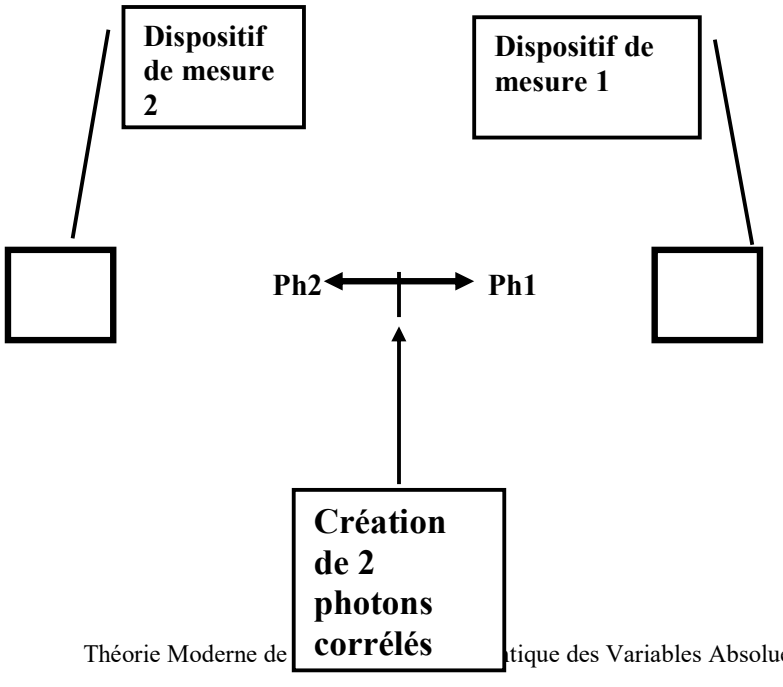


Figure 2 : Paradoxe EPR.

Or un physicien Français, Alain ASPECT, a pu réaliser une variante plus générale de cette expérience. Il a montré la violation des inégalités de Bell ce qui prouvait la non-existence de variables cachées. Or la Théorie de l'Ether est compatible comme on l'a vu, avec des interactions instantanées à distance et donc avec la transmission d'informations à une vitesse supérieure à celle de la lumière.

Et donc, contrairement à la Relativité, la Théorie de l'Ether est compatible avec la Théorie quantique. De nombreuses expériences ont confirmé le résultat obtenu par Alain ASPECT.

4.2.3 La masse des neutrinos.

En 2015, Takaaki KAJITA et Arthur McDONALD ont reçu le prix NOBEL pour avoir montré que le neutrino avait une masse. Et ceci invalide le Modèle Standard. En effet d'après le Modèle Standard les neutrinos on tous une hélicité négative (on dit qu'ils sont left-handed en Anglais), et ce dans tous les Référentiels inertiels. Or si les neutrinos ont une masse, il existe obligatoirement des Référentiels inertiels dans lesquels ils ont une hélicité positive (On dit qu'alors ils sont right-handed en Anglais). Or dans la Théorie moderne de l'Ether, puisque contrairement à la Relativité Restreinte cette théorie n'admet pas que tous le Référentiels inertiels sont équivalents, on peut admettre que les neutrinos ont obligatoirement une hélicité gauche dans le Référentiel Absolu appelé « Ether ». Puisqu'on verra que le Référentiel inertiel lié à la terre R_T est animé d'une vitesse $v_T<<c$ et que de plus les neutrinos sont animés d'une vitesse proche de c, les neutrinos ont alors forcément une hélicité négative mesurée dans le Référentiel R_T. Alors avec cette modification, on garde les prédictions théoriques du Modèle Standard. Et donc la Théorie moderne de l'Ether permet de modifier le Modèle Standard pour que le modèle modifié soit compatible avec l'existence d'une masse pour les neutrinos tout en conservant les prédictions théoriques du Modèle Standard dans notre Référentiel R_T.

Cependant l'introduction du concept de chiralité rend compatible l'existence d'une masse pour le neutrino avec les lois du modèle standard. Mais le fait que dans l'Ether on observe seulement des neutrinos d'hélicité gauche explique pourquoi on observe seulement des neutrinos d'hélicité gauche alors que des neutrinos d'hélicité droite existent. De plus on admet que la chiralité est une propriété intrinsèque d'un neutrino et qu'elle est égale à l'hélicité si le neutrino est relativiste. Mais ceci est contradictoire puisqu'il existe des Référentiels où le neutrino est relativiste avec une hélicité droite. Au contraire dans la T.E il est possible qu'une particule relativiste ait son hélicité égale à sa chiralité seulement dans le Référentiel Absolu (Ether).

5.CONCLUSION

Nous avons donc exposé les bases théoriques de la Théorie (moderne) de l'Ether correspondant à la Relativité Restreinte. On a vu qu'en ayant des bases fondamentalement différentes de la R.R, notamment à cause d'un Espace absolu mais aussi parce que la vitesse de la lumière n'est pas la même dans tous les Référentiels Galiléens, de même que les lois de la physique, la Théorie moderne de l'Ether permet d'interpréter avec succès toutes les expériences classiques jusqu'ici interprétées seulement par la R.R. Dans les articles suivants on exposera d'autres expériences classiques interprétées par la Théorie moderne de l'Ether, notamment les expériences de physique des particules, l'expérience de Fizeau et aussi les expériences réalisées avec des horloges atomiques dans des avions supersoniques. Pour cela on utilisera des méthodes analogues à celles utilisées dans cet article, utilisant les théorèmes fondamentaux ainsi que le Référentiel de Lorentz R'' associé au Référentiel Galiléen R'.

Il est clair que toute Théorie de l'Ether valide doit être capable de justifier la validité de l'utilisation de la R.R des expériences classiques liées à cette théorie, et utilisant les méthodes de cet article, il semble que la prédiction mathématique des 2 théories soient identiques pour l'ensemble des expériences en laboratoire liées à la R.R. Et donc la Théorie de l'Ether apparaît présentement comme la seule alternative à la R.R qui admette l'existence d'un Espace absolu non équivalent à tous les Référentiels Galiléens. On remarque que les Postulats de la Théorie de l'Ether présentés dans cet article sont simples et apparaissent comme la conséquence naturelle du Principe Fondamental de la Théorie de

l'Ether. Les Théorèmes fondamentaux obtenus sont des conséquences de ces Postulats, et la Théorie moderne de l'Ether apparaît comme on l'a annoncé en Introduction comme une théorie donnant une justification physique à la validité de l'utilisation des équations mathématiques de la R.R pour prédire le résultat des expériences classiques de Relativité. Eddington disait « La théorie de la Relativité est la théorie mathématique de l'Univers, ce n'est pas la théorie de la substance ». La théorie moderne de l'Ether apparaît donc comme la théorie de la substance pressentie par Eddington.

On a vu aussi que la Théorie moderne de l'Ether était compatible avec les interactions instantanées à distance ce qui n'était pas le cas de la R.R. Or des expériences en laboratoire en Physique Quantique (intrication quantique), notamment celles réalisées par A.Aspect [(6)], semblent en accord avec ces interactions instantanées à distance. On verra aussi que la Théorie de l'Ether est en accord avec l'existence d'un Référentiel inertiel local très particulier en Cosmologie, qui est le Référentiel de Repos du CMB (Cosmic Microwave Background), seul Référentiel local dans lequel le CMB est quasi isotrope, alors que d'après la Relativité Retreinte il n'existe aucun Référentiel inertiel particulier. D'après la Théorie moderne de l'Ether, ce Référentiel particulier local est identique à l'Ether (Référentiel absolu) local. L'existence de ce Référentiel particulier, est donc aussi un élément en faveur de la Théorie de l'Ether. Il sera d'ailleurs identifié à l'Ether, Référentiel fixe absolu. Une étude du role de ce Référentiel en Cosmologie est proposée dans l'article [(7)].

Nous verrons aussi dans les articles « Théorie de l'Ether avec Gravitation » et « Suite de la Théorie de l'Ether », comment la Théorie de l'Ether présentée dans cet article peut être généralisée pour interpréter d'une façon nouvelle la Physique liée à la Relativité Générale.

Références :

1.M.Born, *Einstein's Theory of Relativity* ,(Dover Publications, New-York, 1965).
2. J.Foster and J.P Nightingale, *A short Course in General Relativity* (Springer, New-York,1994)
3.A.P French, *Einstein :le livre du centenaire* (Editions Hier et Demain, Paris, France 1979)
4.J ;Ph. Perez and N.Saint-Cricq Chery, *Relativité et quantification* (Masson, Paris, 1986).
5.T.Delort,Theory of Ether, Physics Essays 13,4 (2000).
6.A.Aspect,P.Grangier,G.Roger,Experimental realization of Einstein-Podolsky-Rosen-Bohm-Gedanken experiment: A new violation of Bell's inequalities, Phys.Rev.letter (1982)

Article:APPLICATIONS DE LA THEORIE DE L'ETHER
Auteur:Thierry Delort
Extrait du livre:Théories d'or 10e édition, Editions Books on Demand, Paris (2020).

Remarque importante:

Cet article correspond à un article publié dans la revue Physics Essays en 2004 dans lequel nous présentions une nouvelle Cosmologie basée sur l'Ether. Nous avons supprimé cette nouvelle Cosmologie car elle était contredite par certaines observations. Cependant, dans le 4ième article de la Théorie de l'Ether de ce livre, « Théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre », nous présentons une deuxième Cosmologie basée sur l'Ether. Cette 2ième Cosmologie contient des points communs non seulement avec la 1ière Cosmologie basée sur l'Ether, mais aussi avec le modèle standard de la Cosmologie (admis actuellement par la communauté scientifique).

1.INTRODUCTION:

Dans la dernière partie de cet article « 3.Cinématique », nous complèterons l'article précédent en obtenant d'après la T.E la vitesse de la lumière dans les Référentiels Galiléens, une expérience célèbre liée à la contraction temporelle, et l'interprétation de la physique des particules par la T.E.

3.CINEMATIQUE

3.1. Horloges tournant autour de la terre.

On suppose que la terre est au repos dans un Référentiel Galiléen R', animé d'une vitesse v par rapport à un Référentiel absolu R.
Une horloge (standard) H_1 décrit un cercle C dans R' (de P_A point fixe de R' à P_B point fixe de R') animée d'une vitesse V_1' constante par rapport à R'. On cherche à calculer le rapport entre le temps propre T_{P1} mesuré par H_1 et celui T_{P2} mesuré par une horloge identique H_2 faisant aussi un trajet de P_A à P_B mais à la vitesse V_2'.

On suppose qu'on passe de R à R' par les transformations classiques (Equation (5), Théorie de l'Ether [(7)]), et que R'' est le Référentiel de Lorentz associé à R (défini dans le même article [(7)]).
R'' a des coordonnées spatiales identiques à celles de R', et donc H_1 décrit dans R'' un cercle identique à celui décrit dans R'.
De plus, supposant seulement que V_1'<<c (ce qui est évident puisqu'on utilise un avion pour transporter l'horloge H_1), on obtient utilisant les transformations entre R' et R'' que la vitesse de H_1 dans R'' est V_1'', avec V_1''≈V_1'.

Or d'après un Théorème (Théorème 4.13A établi dans le 1ier article, Théorie de l'Ether [(7)]) on sait qu'on peut calculer le temps propre de H_1 selon l'équation classique utilisée dans la R.R ans R''. Si T_1'' est le temps mesuré dans R'' du déplacement de H_1, on obtient donc :

$$T_{P1} = T_1" \sqrt{1 - V_1^2" / c^2} \qquad (45AX)$$

Et de même :

$$T_{P2} = T_1" \sqrt{1 - V_2^2" / c^2} \qquad (45BX).$$

Et utilisant que $V_1''\approx V_1'$, on obtient donc l'équation (45CX).

$$\frac{T_{p1}}{T_{p2}} \approx \frac{\sqrt{1-V_1^{2}'/c^2}}{\sqrt{1-V_2^{2}'/c^2}} \qquad (45CX)$$

Une telle expérience a été réalisée avec des horloges atomiques à bord de supersoniques, et a donné le résultat escompté. Cependant la prédiction de ce résultat nécessite aussi d'utiliser la Relativité générale, mais on verra dans un article suivant « Théorie de l'Ether avec Gravitation » que la Théorie de l'Ether prédit aussi approximativement le même effet que la Relativité générale concernant l'influence de la gravitation sur le temps propre indiqué par l'horloge.

3.2 **Vitesse de la lumière.**

Nous allons maintenant obtenir l'expression de la vitesse de la lumière dans un Référentiel Galiléen R'. On a vu que cette vitesse était à priori différente de la vitesse de la lumière, ce qui sera confirmé.
On suppose donc que R est un Référentiel absolu, et que les transformations entre R et R' sont les transformations classiques :

$$X'=\frac{X-vT}{\sqrt{1-v^2/c^2}},\ Y'=Y,Z'=Z$$

$$T'=T\sqrt{1-v^2/c^2} \qquad (46)$$

On suppose qu'on émet un photon de O' dans la direction θ par rapport à la droite (O'X') dans le plan (O'X'Y'). On veut obtenir la vitesse **V**', de coordonnées (V_X',V_Y') dans le plan (O'X'Y').

On sait que la vitesse de la lumière est V=c dans le Référentiel absolu R. Soit V_X et V_Y les coordonnées de la vitesse **V** du photon dans (OXY). (Puisqu'on émet le photon dans la Plan (OXY), celui-ci se propageant en ligne droite demeure dans ce plan).

On propose 2 méthodes pour obtenir cette vitesse. La 2ième méthode est la plus simple.

1ière méthode :

On obtient :

$$\frac{V'_Y}{V'_X}=tg\theta \qquad (47)$$

$$V_X^2+V_Y^2=c^2 \qquad (48)$$

Des transformations (46), on obtient:

$$V_X'=\frac{V_X-v}{1-v^2/c^2}$$

$$V_Y'=\frac{V_Y}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \qquad (49)$$

Donc d'après l'équation (48) :

$$[(1-v^2/c^2)V'_X+v]^2+V'^2_X\,tg^2\theta(1-v^2/c^2)=c^2 \qquad (50)$$

$$[(1-v^2/c^2)^2 + tg^2\theta(1-v^2/c^2)]V'^2_X + 2v(1-v^2/c^2)V'_X + v^2 - c^2 = 0 \qquad (51)$$

Ceci est une équation du second degrés avec:

$$\Delta' = \frac{c^2}{Cos^2\theta}(1-v^2/c^2)^2 \qquad (52)$$

Donc:

$$V'_X = \frac{[-v(1-v^2/c^2) + (c/\cos\theta)(1-v^2/c^2)]}{[(1-v^2/c^2) + tg^2\theta(1-v^2/c^2)]} \qquad (53)$$

$$V'_X = \frac{-v + c/\cos\theta}{1-v^2/c^2 + tg^2\theta} \qquad (54)$$

$$V'_X = \frac{\cos\theta(c - v\cos\theta)}{1 - v^2\cos^2\theta/c^2} = \frac{c\cos\theta}{1 + (v\cos\theta)/c} \qquad (55)$$

Et:

$$V'_Y = V'_X\, tg\theta = \frac{c\sin\theta}{1 + (v\cos\theta)/c} \qquad (56)$$

Donc:

$$V' = \frac{c}{1 + (v\cos\theta)/c} \qquad (57)$$

De cette expression, on retrouve un Théorème établi dans l'article précédent que mesurée sur un aller-retour dans R', la vitesse d'un photon était égale à c.

2ième méthode :
On aurait pu obtenir beaucoup plus simplement les équations (55) et (56) donnant V_X' et V_Y' en introduisant le Référentiel de Lorentz R'' associé à R'. Puisque les coordonnées spatiales de R' et de R'' sont identiques, l'angle θ du photon mesuré dans R'' est identique à celui mesuré dans R'. De plus, on sait d'après les propriétés des Référentiels de Lorentz que sa vitesse mesurée dans R'' est égale à c. Utilisant ensuite les transformations des vitesses entre R' et R'', on retrouve les équations (55) et (56).

3.3 **Référentiels accélérés.**

On voit que la Théorie moderne de l'Ether justifie l'existence de Référentiels Galiléens, qui sont des Référentiels très particuliers par rapport à l'Espace fixe absolu. Une telle justification de l'existence des Référentiels Galiléens n'existe pas dans la R.R. Les Référentiels non-Galiléens sont de nature très différente que les Référentiels Galiléens d'après la Théorie de l'Ether, puisqu' ils ne sont pas animés d'une vitesse constante par rapport à l'Ether. Et il est clair qu'on n'a pas la même sensation dans un Référentiel non Galiléen (accéléré), par exemple dans une voiture qui accélère, freine ou tourne, que dans un Référentiel Galiléen. Au contraire d'après la Relativité Générale, les Référentiels inertiels acélérés étaient équivalents aux autres Référentiels inertiels. Cette distinction fondamentale entre les

Référentiels accélérés et les Référentiels Galiléens par la Théorie de l'Ether est donc en accord avec l'observation.

Cependant considérons par exemple un ascenceur en chute libre. Soit R_{as} le Référentiel lié à l'ascenceur. Un objet de masse m dans cet ascenceur est soumis à la force gravitationnelle $\mathbf{F}_G=m\mathbf{G}$ et à la force d'inertie $\mathbf{F}_I=-m\mathbf{G}$. Et donc la somme des forces gravitationnelle et d'inertie s'exerçant sur cet objet est nulle et l'objet se comporte dans R_{as} de la même façon que dans un Référentiel Galiléen en abscence de gravitation. Et on n'a pas besoin de faire intervenir la Relativité Générale pour obtenir ce résultat.

3.4 **Physique des particules.**

D'après le Postulat 1 de la Théorie de l'Ether, les équations définissant la désintégration ou la diffusion de particules ont la même expression dans l'Ether que dans les Référentiels de Lorentz en Relativité.
Supposons qu'on ait un Référentiel Galiléen R', et un Référentiel absolu R, les transformations entre R et R' étant les transformations classiques (0b). Soit R'' le Référentiel de Lorentz associé à R.
On rappelle qu'on on a obtenu le Théorème 4.1.1A de l'article précédent (T.Delort, Théorie de l'Ether, Mai 2010), exprimant qu'on pouvait calculer la vitesse et les trajectoires d'une particule dans R'' en appliquant les équations de Maxwell et les équations de la mécanique relativiste classique dans R''. De la même façon il est équivalent d'appliquer les équations de la physique des particules dans R (concernant la diffusion ou la désintégration de particules) que de les appliquer dans R'', ceci étant une propriété mathématique des Référentiels de Lorentz.
De plus on a vu que les trajectoires des particules sont identiques dans R'' et dans R', et que, le temps mesuré en un point fixe de R' entre 2 évènements (par une horloge standard) était identique à celui mesuré dans R''. Donc si on mesure N particules arrivant par seconde dans R'' en 1 point fixe P de R'' (ou sur un élément de surface fixe de R'' mesuré par dS'' dans R''), on mesurera le même nombre N par seconde dans R' au même point fixe P de R' (ou sur l'élément de surface qui est mesuré par dS''=dS' dans R'). Enfin, il est évident qu'on peut considérer que la nature d'une particule est indépendante du Référentiel où on la détecte.
Il en résulte que d'après la Théorie de l'Ether, on peut utiliser les mêmes équations que dans la R.R pour prévoir les résultats d'expériences de diffusion et de désintégration de particules.

References

1. Max Born,Einstein's Theory of Relativity (Dover Publication New-York 1965)
2. J.Foster, J.P Nightingale, A short course in General Relativity (Springer-Verlag,New-York 1994)
3. A.French,Einstein, Le livre du centenaire (Hier et Demain, France,1979)
4. J.Ph Perez, N.Saint-Cricq Chery, Relativité et Quantification (Masson Paris 1986)
5. J.Levy, Relativité et substratum Cosmique (Lavoisier, France1996)
6. T.Delort , Theory of Ether, Phys.Essays 13,573 (Dec 2000)
7. T.Delort, Théories d'or 10ième édition, Books on Demand, Paris (2018)).
8.T.Delort, Applications of Theory of Ether,Phys Essays 17,4 (2004)

Article :COMPLEMENTS DE LA THEORIE DE L'ETHER
Auteur :Thierry DELORT
Extrait du livre : Théories d'or 10e édition, Editions Books on Demand, Paris (2020).

Résumé :. Nous présentons dans la dernière partie certains éléments cinématiques de la T.E, en particulier l'interprétation de l'expérience de Fizeau.

1. Interprétation de l'expérience de Fizeau. Optique géométrique.

Nous allons maintenant donner une interprétation de l'expérience de Fizeau par la T.E. On suppose qu'on est dans un Référentiel Galiléen R_T' (lié à la terre), associé à un Référentiel de Lorentz R_T''. On considère 2 tubes parallèles dans lesquels l'eau circule dans 2 directions opposées. Dans le premier tube, la vitesse de l'eau (par rapport à R') est **V**', et elle est –**V**' dans le second tube. **V**' correspond à la vitesse **V**'' mesurée dans R_T'' On considère alors 2 rayons lumineux traversant les 2 tubes, constitués d'onde lumineuse sans différence de phase initiale, et on mesure le décalage de leur phase après leur passage dans les tubes.

Pour interpréter ce décalage, on doit interpréter l'indice de réfraction dans la T.E. D'après le Postulat 1 exposé dans l'article [(6)] Théorie de l'Ether, si un milieu d'indice de réfraction n est au repos dans l'espace absolu E_A, alors la vitesse absolue de la lumière V_L dans ce milieu est telle que $n=c/V_L$.

Considérant que ceci est aussi une conséquence des équations de Maxwell, et puisqu'on a vu que celles-ci étaient valides dans tout Référentiel de Lorentz R'' associé à un Référentiel Galiléen R', on admet dans la T.E que si un milieu d'indice de réfraction n est au repos dans un Référentiel Galiléen R', alors si V_L'' est la vitesse de la lumière mesurée dans le Référentiel de Lorentz R'' associé à R', on a la relation:

$$n=c/V_L'' \qquad (74)$$

On remarque que l'expression précédente est en accord avec le cas où le milieu est le vide, car alors n=1 et on a vu que la vitesse de la lumière dans R'' était égale à c.

Pour obtenir alors le décalage des phases dans l'expérience de Fizeau, on considère les Référentiels de Lorentz R_T''(**V**'') e R_T''(-**V**'') animés respectivement des vitesses **V**'' et –**V**'' par rapport au Référentiel de Lorentz R_T'', dans lesquels l'eau est immobile et donc par rapport auxquels dans la T.E comme dans la R.R la vitesse de la lumière dans l'eau est $V_{L0}=c/n_0$ (n_0 indice de réfraction de l'eau), et on obtient donc la vitesse des rayons lumineux dans R_T''.

Et donc on obtient que dans R_T'', le décalage final des phases est exactement le même que celui calculé dans la R.R. Or ce décalage étant calculé dans un point fixe de R_T'', on a vu dans l'article [(6)] Théorie de l'Ether qu'on obtenait le même décalage en le mesurant dans R_T'au même point fixe. Il en résulte donc que la prédiction théorique de la T.E concernant l'expérience de Fizeau est identique à celle de la R.R.

On obtient facilement que la vitesse V' (en norme) de l'eau mesurée dans R_T' est approximativement égale à la vitesse V'' de l'eau mesurée dans R_T'', car on a $V'<<c$. Pour cela, on utilise les transformations entre R_T' et R_T'' données dans le premier article [(6)], et on obtient les relations entre les coordonnées de V' et celles de V''.

Concernant les lois de l'optique géométrique, de même d'après le Postulat 1 on admet qu'elles sont vraies pour des corps immobiles dans l'Ether. Considérant la loi classique sin(i)=nsin(r), on sait qu'on l'obtient par les équations de Maxwell, et donc celles-ci étant vraies dans un Référentiel de Lorentz R'' associé à un Référentiel Galiléen R', la relation précédente est donc vraie pour des milieux immobiles dans R''. Puisque de plus R' et R'' on les mêmes coordonnées spatiales, elles sont donc

vraies dans tout Référentiel Galiléen R'. De la même façon, on obtient que les lois de l'optique géométrique sont vraies dans tout Référentiel Galiléen R'.

References

1. Max Born, *Einstein's Theory of Relativity* (Dover publication New'York 1965)
2. J.Foster, J.P Nightingale, *A short course in General Relativity* (Springer-Verlag, New-York 1994)
3. A.French, Einstein, *Le livre du centenaire* (Hier et Demain, France ,1979)
4. J.Ph Perez, N. Saint-Cricq Chery, *Relativité et Quantification*(Masson Paris 1986)
5. T.Delort, Theory of Ether, Phys.Essays, 13,573 (Dec 2000)
6. T.Delort, Théorie de l'Ether, (Janvier 2011) (version en Français réactualisée de (5) Extrait du livre *Théories d'or 10^{ième} édition*, Books on Demand , Paris (2018)).
7. T.Delort, Applications of Theory of Ether,Phys.Essays, 17 (Sept 2004)
8. Thierry Delort, *Théories d'or 10^{ième} édition* , Books on Demand, Paris (2018)).
9. Perlmutter et al,Discovery of a supernova Explosion at half the age of the Universe, Nature 391, 51-54 (1998)
10. D.J Raine and E.G Thomas, *An introduction to the science of Cosmology* (IoP 2001)
11. M.Lachieze-Rey, *Initiation à la Cosmologie*, Dunod, Paris 2000.

Titre :THEORIE DE LA MATIERE SOMBRE ET DE L' ENERGIE SOMBRE (version 4B)
Auteur:Thierry DELORT
Extrait du livre Théories d'or 10e édition, Editions Books on Demand, PARIS (2020)

Résumé:

Dans cet article, on propose un nouveau modèle de matière sombre. D'après ce nouveau modèle, la matière sombre est une substance, nouvel élément physique non constitué de particules classiques, appelé *substance sombre* et remplissant l'Univers et constituant ce qu'on appelle *le vide*. Supposant des propriétés physiques très simples de cette substance sombre, on justifie théoriquement la courbe de rotation plate des galaxies et la loi baryonique de Tully-Fisher. Nous étudierons ensuite d'après notre nouvelle théorie les différents modèles de distribution de matière sombre dans les galaxies et les amas, puis la vitesse des galaxies dans les amas.

Puis utilisant le nouveau modèle de la matière sombre, on est naturellement conduit à proposer un nouveau modèle géométrique d'Univers, plat et fini, non prévu par le Modèle Standard de Cosmologie (MSC). On expose ensuite un nouveau modèle Cosmologique basé sur ce nouveau modèle géométrique et sur le Référentiel de Repos du Cosmic Microwave Background (RRC) qu'on appellera aussi *Référentiel local Cosmologique*. On propose ensuite un premier modèle mathématique d'expansion de l'Univers qui, basé comme le MSC sur la Relativité Générale (Modèle ΛCDM), a des prédictions théoriques identiques au MSC, puis on propose un 2ième modèle mathématique d'expansion de l'Univers, beaucoup plus simple mathématiquement, avec des prédictions théoriques en accord avec les observations astronomiques pour z suffisament petit. C'est le 1ier modèle mathématique qui est en accord avec les observations astronomiques, mais le 2nd modèle, beaucoup plus simple, permet de comprendre physiquement le nouveau modèle Cosmologique. Nous verrons aussi que notre modèle de matière sombre permet de donner la nature de l'énergie et de la matière noire du modèle ΛCDM.

Mots clés : Loi baryonique de Tully-Fisher, matière sombre, CMB, Référentiel de Repos du CMB, amas de galaxies, gravitational lensing, halo sombre, vitesse des galaxies, énergie sombre.

1.INTRODUCTION

La 1ière partie de l'article propose une théorie de la matière sombre. Dans cette partie, nous proposons qu'un nouvel élément physique, appelé *substance sombre*, constitue la matière sombre et ce qu'on appelle *le vide*. Cette substance sombre, d'après le modèle proposé, remplit tout l'Univers, et a des propriétés physiques proches de celles d'un gaz parfait. On montre qu'alors on peut déduire la courbe de rotation plate observée pour certaines galaxies, de façon totalement nouvelle avec une densité de matière sombre en $1/r^2$. Une expression mathématique simple de densité de matière sombre en $1/r^2$ permettant d'obtenir cette courbe de rotation plate a bien été proposée, mais il n'a pas été proposé de modèle de matière sombre permettant de justifier théoriquement cette densité en $1/r^2$. Si de plus on suppose des propriétés thermiques simples à cette substance sombre, on montre qu'on obtient la Loi baryonique de Tully-Fisher, malgré la forme très particulière de celle-ci. La théorie appelée MOND (1) propose aussi une justification théorique de la courbe de rotation plate des galaxies mais elle est contraire à la loi d'attraction gravitationnelle de Newton et de plus est contredite par certaines observations astrophysiques. Nous étudierons ensuite selon notre théorie de la matière sombre les différents modèles de distribution de matière sombre dans les galaxies.

Nous montrerons ensuite comment notre Théorie de la matière sombre interprète avec succès les données expérimentales concernant la masse sombre des amas, notamment la vitesse des galaxies dans les amas et l'effet appelé gravitational lensing qui est la déviation de rayons lumineux, prévue par la Relativité Générale, due à la masse des amas. Nous verrons ensuite comment notre théorie de la matière sombre permet de déterminer la valeur des rayons sombres des galaxies et la densité de matière sombre dans l'Univers.

On pourrait aussi appeler la substance sombre *ether-substance*, par analogie avec la Théorie pré-relativiste dans laquelle il existait une substance emplissant tout l'espace et appelée « ether ».

La Théorie de la matière sombre exposée dans cet article est compatible avec le Modèle Standard Cosmologique (MSC). Cependant elle prévoit la possibilité d'un nouveau modèle géométrique d'Univers. Dans la 2ième partie de l'article, nous proposerons un nouveau modèle Cosmologique basé sur ce nouveau modèle géométrique et sur l'interprétation physique du Référentiel de Repos du CMB (RRC) qui n'a pas d'interprétation physique dans le Modèle Standard de la Cosmologie (MSC). A cause de ses propriétés astrophysiques on appellera aussi le RRC *Référentiel local Cosmologique*. On pourra bien sûr identifier le RRC avec le Référentiel absolu appelé « Ether » dans la Théorie de l'Ether. On obtient donc que cet Ether est défini localement en tout point de l'Univers, et on pourra donc l'appeler « Ether-local ». On verra que le nouveau modèle Cosmologique conduit à des définitions des variables Cosmologiques, (notamment le temps Cosmologique et les différentes sortes de distances utilisées en Cosmologie) compatibles avec leurs définitions dans le MSC. Comme le MSC, le nouveau modèle Cosmologique est compatible avec la Relativité Restreinte et Générale (localement), puisque selon ce nouveau modèle Cosmologique, le RRC ne peut pas être déterminé par des expériences de physique usuelles mais seulement par l'observation du CMB. On verra que notre théorie propose 2 modèles mathématiques d'expansion de l'Univers, celui-ci étant plat et fini. Le 1ier modèle mathématique d'expansion de l'Univers est comme le MSC basé sur la Relativité Générale. On montre alors que l'Univers observable dans ce 1ier modèle mathématique est identique à celui prévu par le MSC s'il est observé suffisamment loin de ses frontières, c'est-à-dire que dans ce 1ier modèle mathématique d'expansion de l'Univers les différentes sortes de distances utilisées en Cosmologie (exprimées en fonction du décalage spectral z) et la constante de Hubble sont égales mathématiquement à celles obtenues dans le MSC.

Le second modèle mathématique d'expansion de l'Univers proposé n'est pas basé sur la Relativité Générale, mais est beaucoup plus simple. Cependant ses prédictions astrophysiques théoriques, notamment la valeur de la constante de Hubble et celle des distances Cosmologiques sont en accord avec l'observation pour z suffisament petit.

Les observations des anisotropies du CMB montrent cependant l'invalidité du 2nd modèle mathématique. Par exemple elles conduisent à une date d'apparition du CMB qui est celle prédite par les équations du MSC (400000 ans) de même que la distance comobile à la surface de dernière diffusion (43 milliards d'années). On étudiera cependant le 2nd modèle mathématique, qu'il sera aisé de généraliser pour obtenir les propriétés du premier modèle mathématique, car il permet de comprendre physiquement le nouveau modèle Cosmologique.

Nous verrons que la théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre exposée dans cet article demeure compatible avec le MSC[7][8][9] pour l'interprétation de la plupart des phénomènes Cosmologiques non liés à l'énergie sombre ni à la matière sombre, par exemple l'abondance des éléments primordiaux, l'apparition des particules baryoniques (pour le même z que dans le MSC), la formation et l'apparition des galaxies (pour le même z que dans le MSC), l'apparition du CMB (pour le même z que dans le MSC), l'évolution du CMB (en 1/(1+z))….

2. THEORIE DE LA MATIERE SOMBRE

2.1 Propriétés physiques de la substance sombre.

Comme on l'a vu dans l'Introduction, on admet le Postulat 1 suivant exprimant les propriétés physiques de la substance sombre :

Postulat 1 :

a)Une substance, appelée substance sombre, emplit tout l'Univers.
b)Cette substance sombre n'interagit pas avec les photons qui la traversent.
c)Cette substance a une masse et obéit aux lois de Boyle (appelée aussi loi de Mariotte) et de Charles (appelée aussi loi de Gay-Lussac), et à la loi suivante qui est leur synthèse:

Un élément de substance sombre de masse m, de volume V, de pression P et de température T vérifie, k_0 étant une constante :
$PV=k_0mT$

La loi précédente est valide pour un gaz parfait donné G_0, remplaçant k_0 par une constante $k(G_0)$, et ceci est une conséquence de l'équation universelle des gaz, qui est aussi obtenue en utilisant les lois de Boyle et Charles. Pour cette raison on l'appellera *loi de Boyle-Charles*.

On a 2 remarques conséquences de ce Postulat :
-Tout d'abord malgré son nom, la substance sombre n'est pas réellement sombre mais transparente. En effet, à cause du Postulat 1b), elle n'interagit pas avec les photons qui la traversent.
-De plus à cause du Postulat 1, ce qu'on appelle « Le vide », n'est pas vide : Il est rempli de substance sombre.

2.2 Courbes de rotations plates des galaxies.

En utilisant que la substance sombre se comporte comme un gaz parfait (Postulat 1c), on va montrer qu'une concentration sphérique de substance sombre peut constituer la matière sombre de galaxies ayant une courbe de rotation plate.

D'après le Postulat 1c), un élément de substance sombre de masse m, de volume V de pression P et de température T vérifie la loi, k_0 étant une constante :

$$PV=k_0mT \qquad (1)$$

Ce qui signifie, posant $k_1=k_0T$:

$$PV=k_1m \qquad (2)$$

Ou de façon équivalente, ρ étant la densité massique de l'élément:

$$P=k_1\rho \qquad (3)$$

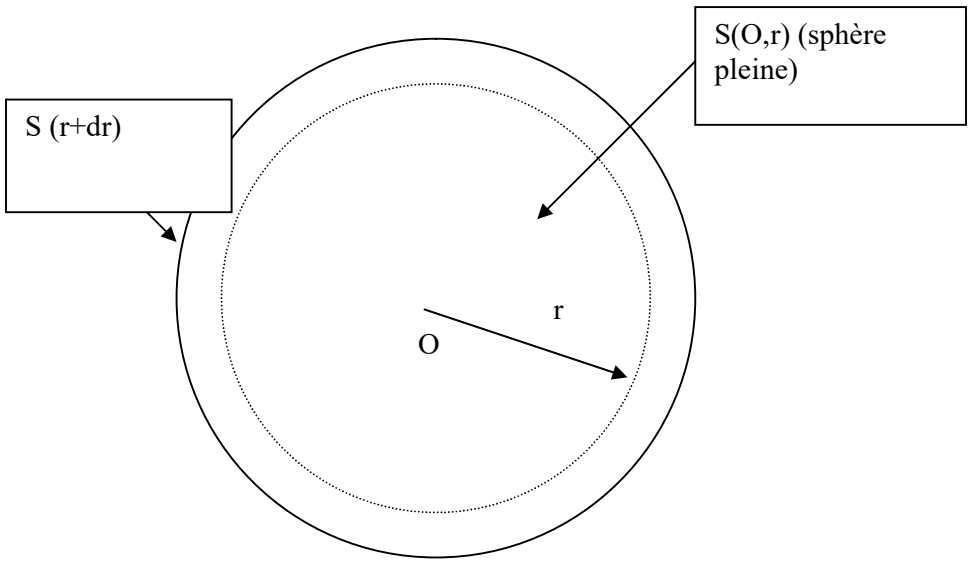


Figure 1:La galaxie concentration de substance sombre

Nous faisons maintenant l'hypothèse naturelle qu'une galaxie peut être modélisée par une concentration de substance sombre présentant une symétrie sphérique, à une température constante et homogène T.
On considère alors la surface sphérique S(r) (resp. la surface sphérique S(r+dr)) qui est la surface sphérique de rayon r (resp. r+dr) et de centre O le centre de la galaxie. S(O,r) est la sphère pleine de substance sombre de rayon r et de centre O.

La masse M(r) de S(O,r) est donnée par:

$$M(r) = \int_0^r \rho(x) 4\pi x^2 dx \qquad (3b)$$

Supposant alors une symétrie sphérique, on obtient alors selon les lois de Newton ($\Sigma\mathbf{F}=0$, $\mathbf{F}_G=m\mathbf{G}$, utilisant le théorème de Gauss pour obtenir **G**) l'équation suivante (4) de l'équilibre des forces d'un élément de substance sombre de surface dS, d'épaisseur dr, situé entre S(O,r) et S(r+dr).

$$dSP(r+dr) + \frac{G}{r^2}(\rho(r) dS dr)(\int_0^r \rho(x) 4\pi x^2 dx) - dSP(r) = 0 \qquad (4)$$

Eliminant dS, on obtient l' équation:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{G}{r^2}(\rho(r))(\int_0^r \rho(x) 4\pi x^2 dx) \qquad (5)$$

Et utilisant l'équation (3), obtenue par la loi de Boyle-Charles (Postulat 1), on obtient l'équation:

$$k_1 \frac{d\rho}{dr} = -\frac{G}{r^2}(\rho(r))(\int_0^r \rho(x) 4\pi x^2 dx) \qquad (6)$$

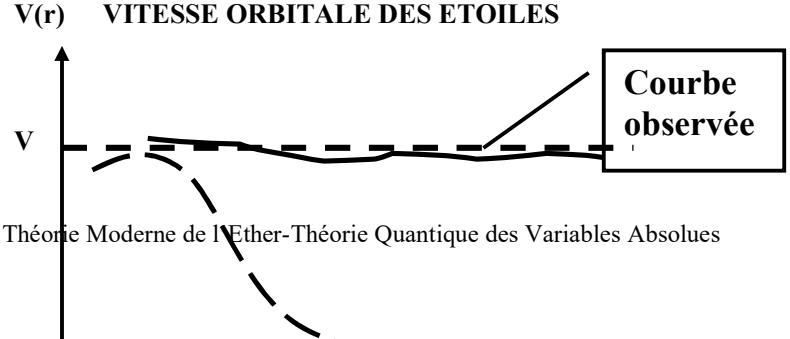
On vérifie alors que la densité de substance sombre ρ(r) satisfaisant la précédente équation d'équilibre est la solution évidente:

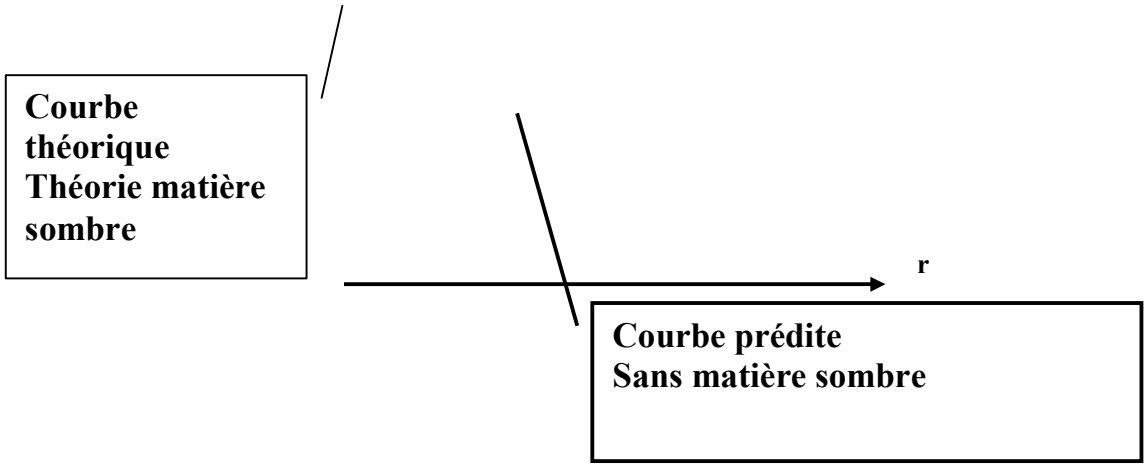
$$\rho(r) = \frac{k_2}{4\pi r^2} \qquad (7)$$

(Une densité de matière sombre en $1/r^2$ exprimée comme dans l'équation (7) a déjà été proposée pour expliquer la courbe de rotation plate des galaxies mais il n'a pas été proposé de modèle de substance sombre permettant de justifier théoriquement cette densité en $1/r^2$ ni d'obtenir la constante k_2. Ici on donne une justification théorique de cette densité en $1/r^2$ (Equation (7)) et on va donner une expression mathématique donnant k_2. (Equation (8)). Ceci est la conséquence de la modélisation de la substance sombre comme un gaz parfait. (Postulat 1c))

Pour obtenir k_2, on remplace ρ(r) donnée par l'expression (7) dans l'équation (6), et on voit que cette équation (6) est vérifiée pour la constante k_2 donnée par l'expression suivante :

$$k_2 = \frac{2k_1}{G} = \frac{2k_0 T}{G} \qquad (8)$$





DISTANCE DES ETOILES AU CENTRE O DE LA GALAXIE
Figure 2 :Courbe de rotation des galaxies

Utilisant la précédente équation (7), on obtient que la masse M(r) de la sphère S(O,r) est donnée par l'expression :

$$M(r) = \int_0^r 4\pi x^2 \rho(x) dx = k_2 r \quad (9)$$

On obtient alors, négligeant la masse des étoiles dans la galaxie,que la vitesse v(r) d'une étoile de la galaxie située à une distance r du centre O est donnée par $v(r)^2/r=GM(r)/r^2$ et donc on a :

$$v(r)^2=Gk_2=2k_1=2k_0T \qquad (10)$$

Donc on obtient dans la précédente équation (10) que la vitesse d'une étoile dans une galaxie est indépendante de sa distance au centre O de cette galaxie.

2.3 Loi baryonique de Tully-Fisher.

2.3.1 Rappel.

On rappelle que la loi de Tully-Fisher est la suivante :
Tully et Fisher ont réalisé des observations sur les galaxies spirales présentant une courbe de rotation plate. Ils ont obtenu que la luminosité L d'une telle galaxie spirale est proportionnelle à la $4^{ième}$ puissance de la vitesse v des étoiles dans cette galaxie. On a donc la Loi de Tully-Fisher pour de telles galaxies, K_1 étant une constante :

$$L=K_1v^4 \qquad (11)$$

Mais dans les cas étudiés par Tully et Fisher la masse baryonique M d'une galaxie spirale est proportionnelle à sa luminosité L. On a donc dans ces cas, K_2 étant une constante :

$$M=K_2v^4 \qquad (12)$$

Cette seconde forme de la loi de Tully-Fisher est appelée *Loi baryonique de Tully-Fisher.*
Les observations récentes de McGaugh [(2)] montrent que cette loi baryonique de Tully-Fisher est apparemment vraie pour toutes les galaxies ayant une courbe de rotation plate, y compris celles pour laquelle la luminosité n'est pas proportionnelle à la masse baryonique.

Nous allons voir qu'à l'aide du Postulat 1 et d'un Postulat 2 exprimant des propriétés thermiques très simples de la substance sombre (notamment son interaction avec la matière baryonique), on justifie théoriquement cette loi baryonique, malgré sa grande spécificité.

2.3.2 Hypothèse de la perte thermique quantifiée des baryons.

On a vu dans l'équation précédente (10) que dans notre modèle de substance sombre la température de la concentration de substance sombre constituant la galaxie est proportionnelle au carré de la vitesse des étoiles dans cette galaxie. Donc on doit déterminer cette température T.
-Une première idée possible est que T soit la température du CMB. Mais ceci est impossible car alors toutes les courbes de rotations de toutes les galaxies seraient identiques, ce qui est contraire à l'observation.
-Une $2^{ième}$ idée possible est que, dans la galaxie, chaque baryon interagit avec la substance sombre dans laquelle il est immergé, en lui transmettant une énergie calorifique. Cette énergie thermique est très faible, mais à cause de la très faible densité de la substance sombre, et des temps considérés (On rappelle que le diamètre des galaxies est de l'ordre de 100000 années lumières), il peut conduire à des températures appréciables de la concentration de substance sombre. On pourrait penser que ce transfert thermique dépend à la fois de la température du baryon et de celle de la substance sombre mais si cela était le cas il aurait été très difficile à calculer, et vraisemblablement n'aurait pas pu expliquer la très simple loi baryonique de Tully-Fisher.

Nous sommes conduit alors à l'hypothèse la plus simple mathématiquement du transfert thermique entre baryons et la substance sombre, exprimée dans la Postulat 2 (Ce Postulat donne les propriétés thermiques de la substance sombre):

Postulat 2a)
-Chaque noyau d'atome dans une galaxie est soumis à un transfert thermique vers la substance sombre dans laquelle il est immergé.
-Ce transfert thermique dépend seulement du nombre de nucléons du noyau d'atomes (indépendant donc de sa température). Si p est la puissance thermique dissipée par le noyau, n est le nombre de nucléons du noyau, on a une constante p_0 (puissance dissipée par nucléon) :

$$p=np_0 \qquad (13)$$

D'après l'équation (13), la puissance totale transmise par les atomes de la galaxie vers la substance sombre est proportionnelle au nombre total de nucléons, et donc à la masse baryonique de la galaxie. Ainsi, si m_0 est la masse d'un nucléon, M étant la masse baryonique de la galaxie, la puissance thermique totale P_r reçue par la concentration de substance sombre de la part des baryons est donnée par, K_3 étant la constante p_0/m_0 :

$$P_r=(M/m_0)p_0=K_3M \qquad (14)$$

Concernant le précédent Postulat 2a) :
-Il est possible qu'il ne soit valable que pour les atomes dont la température est supérieure à celle de la substance sombre.
-Il permet d'obtenir la très simple équation (14), et on verra que celle-ci est essentielle pour justifier la loi baryonique de Tully-Fisher.

2.3.3 Obtention de la loi baryonique de Tully-Fisher.

En accord avec le précédent modèle de galaxie, nous modélisons une galaxie comme une concentration de substance sombre présentant une symétrie sphérique, étant elle aussi une sphère, à une température homogène T et immergée dans un milieu de substance sombre intergalactique à une température T_0 et ayant une densité ρ_0.

Pour obtenir le rayon R de la concentration de substance sombre constituant la galaxie, il est naturel de supposer la continuité de la densité ρ(r): R est le rayon pour lequel la densité ρ(r) de la concentration de substance sombre est égale à ρ_0.On appellera R le *rayon sombre* de la galaxie. On a donc l'équation:

$\rho(R)=\rho_0$ (15)

Par conséquent, d'après les équations (7) et (8) :

$$\frac{k_2}{4\pi R^2}=\rho_0 \qquad (16)$$

$$\frac{2k_0T}{G}\times\frac{1}{4\pi R^2}=\rho_0 \qquad (17)$$

Donc on obtient que le rayon R de la concentration de substance sombre constituant la galaxie est donné approximativement par l'équation :

$$R=(\frac{2k_0T}{4\pi G\rho_0})^{1/2}=K_4T^{1/2} \qquad (18)$$

La constante K_4 étant donnée par :

$$K_4=(\frac{2k_0}{4\pi G\rho_0})^{1/2} \qquad (19)$$

On doit considérer qu'il existe un transfert thermique entre la concentration de substance sombre à la température T et la substance sombre intergalactique qui l'entoure à la température T_0. Le plus simple et naturel transfert est un transfert convectif classique. On admettra ceci dans le Postulat 2 :

Postulat 2b) :

Le transfert thermique entre la concentration sphérique de substance sombre constituant la galaxie (à la température T) et la substance sombre intergalactique (à la température T_0) est un transfert convectif.

On sait que si φ est le flux surfacique d'énergie thermique aux frontières de la concentration de substance sombre de rayon R, P_p étant la puissance thermique totale perdue par la concentration de substance sombre, on a l'équation:

$P_p=4\pi R^2\varphi$ (20)

Mais d'après la définition d'un transfert thermique convectif et d'après le Postulat 2b), on a une constante h, dépendant seulement de ρ_0 telle que :

$\varphi=h(T-T_0)$ (21)

Et donc la puissance thermique totale perdue par la concentration de substance sombre est :

$P_p=4\pi R^2h(T-T_0)$ (22)

On peut considérer qu'à l'équilibre la puissance thermique totale P_r reçue par la concentration de substance sombre est égale à la puissance thermique totale P_p qu'elle perd. Et donc d'après les équations(14) et (22), on a l'égalité :

$K_3M=4\pi R^2h(T-T_0)$ (23)

Utilisant l'équation (18) :

$K_3M=4\pi K_4^2hT(T-T_0)$ (24)

Faisant l'approximation $T_0<<T$:

$$M = 4\pi \frac{K_4^2}{K_3} hT^2 \qquad (25)$$

On obtient donc l'expression de T, définissant la constante K_5 :

$$T = (\frac{K_3}{4\pi K_4^2 h})^{1/2} M^{1/2} = K_5 M^{1/2} \qquad (26)$$

Et donc d'après l'équation (10) :

$v^2=2k_0T=2k_0K_5M^{1/2}$ (27)

Donc :

$$M = (\frac{1}{2k_0 K_5})^2 v^4 \qquad (28)$$

On obtient finalement :

$M=K_6v^4$ (29)

La constante K_6 étant définie par:

$$K_6 = (\frac{1}{2k_0 K_5})^2 = \frac{4\pi K_4^2 h}{4k_0^2 K_3} \qquad (30)$$

$$K_6 = \frac{4\pi h}{4k_0^2 K_3} \times \frac{2k_0}{4\pi G\rho_0} \qquad (31)$$

$$K_6 = \frac{m_0 h}{2k_0 G\rho_0 p_0} \qquad (32)$$

On obtient donc la loi baryonique de Tully-Fisher (12) avec $K_2=K_6$. Il est naturel de supposer que h dépend de ρ_0. La plus simple expression de h est $h=C\rho_0$, C étant une constante. Avec cette relation, K_6 est indépendant de ρ_0, et on peut utiliser la loi baryonique de Tully-Fisher pour évaluer des distances dans l'Univers.

2.4 Temperature de la substance sombre intergalactique.

On a introduit la température T_0 de la substance sombre intergalactique. On pourrait penser que cette température est celle du CMB mais rappelons que pour obtenir la loi baryonique de Tully-Fisher, T étant la température d'une concentration de substance sombre constituant une galaxie, on a

supposé T_0<<T. Et donc dans l'hypothèse précédente on serait conduit à des températures très élevées de substance sombre constituant les galaxies. Nous verrons plus loin que dans la nouvelle théorie proposée la température T_0 de la substance sombre intergalactique n'est pas égale à la température du CMB, sauf pour un décalage Cosmologique particulier z.

On peut être dans les cas suivants :

a)La température T_0 de la substance sombre intergalactique à l'âge actuel de l'Univers (équation (21)) est très inférieure à la température du CMB.

b)Les baryons peuvent émettre leur puissance thermique vers la substance sombre même avec une température inférieure.

On rappelle que d'après le Postulat 1b), la substance sombre n'interagit pas avec les photons et en particulier avec ceux du CMB. Elle ne reçoit donc pas de transfert thermique rayonné.

2.5 Forme de l' Univers

Les éléments de la Théorie de la matière sombre exposés précédemment, c'est-à-dire l'obtention de la courbe de rotation plate des galaxies et de la loi baryonique de Tully-Fisher sont compatibles avec le Modèle Standard Cosmologique (MSC). Nous verrons qu'il en est de même pour l'ensemble de notre Théorie de la matière sombre. Et donc notre Théorie de la matière sombre est compatible avec les différents modèles topologiques d'Univers prévus par la MSC. Cependant notre modèle de matière sombre permet la possibilité d'un nouveau modèle géométrique d'Univers très simple :

Ce modèle est une sphère de centre O emplie de substance sombre et entourée d'un milieu qu'on appellera « néant ». $R_U(t)$ étant le rayon de cette sphère (Défini plus loin) au temps Cosmologique t, et 1+z étant le facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_2 :

$$R_U(t_2)=(1+z)\, R_U(t_1) \qquad (33)$$

2.6 Sphère superposée.

Considérons une concentration sphérique de substance sombre avec une densité en $1/r^2$ telle qu'on l'a définie dans les sections précédentes se déplaçant dans l'espace. On pourrait s'attendre à ce que sa vitesse et sa masse soient modifiées à cause de son déplacement soit à cause de la force d'Archimède soit à cause d'absorption ou de perte de substance sombre par la concentration de substance sombre en mouvement. Cet effet pourrait être négligeable, mais on a une justification qu'il est nul beaucoup plus intéressante.

En effet d'après notre théorie de la matière sombre, la substance sombre se comporte ou bien comme une substance matérielle ayant une densité ou bien comme le vide absolu. Pour les baryons immergés elle se comporte toujours comme le vide absolu et donc la vitesse des baryons de l'Univers n'est jamais affectée par une force d'Archimède due à la substance sombre dans laquelle ils sont immergés. D'après notre théorie, la substance sombre dans laquelle est immergée la concentration sphérique de substance sombre se comporte aussi comme le vide absolu concernant le déplacement de la sphère : Ni la vitesse ni la masse de la concentration sphérique de substance sombre ne sont modifiées à cause de son déplacement dans la substance sombre intergalactique. On dira donc aussi que la concentration sphérique de substance sombre est une *sphère superposée* à la substance sombre dans laquelle elle est immergée.

On sait que dans la théorie de la gravitation de Newton, on suppose que seule la densité baryonique existe ce qui n'est pas le cas dans notre théorie de la matière sombre et de plus dans la théorie de Newton, l'Univers est statique, ce qui n'est pas le cas non plus dans notre théorie de la matière sombre. Les équations de la mécanique Newtoniennes doivent donc être adaptées à notre

théorie de la matière sombre, et nous allons voir qu'on a 3 exemples très simples d'adaptation de ces équations.

Dans la section 2.2, pour établir notre modèle de sphère superposée avec une densité de substance sombre en $1/r^2$, on a supposé qu'on avait une symétrie sphérique de centre O_{GA} centre de la sphère superposée. Or on verra que ceci n'est pas en général le cas si la sphère superposée est à l'intérieur d'un amas. Afin de pouvoir utiliser cette symétrie sphérique et de tenir compte des possibles comportements de la substance sombre, nous proposons la règle suivante d'adaptation des équations de Newton, qui peut être exacte ou vraie avec une bonne approximation :

La règle d'adaptation est la suivante :

Dans le cas d'une galaxie G_A constituée d'une sphère superposée S_{CMS} de centre O_{GA}:

-O_{GA} est accéléré par une accélération $\mathbf{G}(O_{GA})$, $\mathbf{G}(O_{GA})$ étant défini par $\mathbf{F}_G(S_{CMS})=m(S_{CMS})\mathbf{G}(O_{GA})$, avec $\mathbf{F}_G(S_{CMS})$ force gravitationnelle totale exercée sur SCMS par la substance sombre dans laquelle S_{CMS} est immergée et la matière baryonique, $m(S_{CMS})$ masse de S_{CMS}. Donc la substance sombre dans laquelle est immergée S_{CMS} agit sur S_{CMS} comme si elle était un solide.

Une conséquence de la loi précédente est que la matière baryonique n'a pas d'effet sur la densité de la substance sombre dans une concentration sphérique de matière sombre.

On remarque que la règle d'adaptation précédente est équivalente à ce que l'action de la substance sombre dans laquelle est immergée la sphère superposée consiste à générer dans cette sphère un champ gravitationnel uniforme et égal à $\mathbf{G}(O_{GA})$. La règle précédente entraîne que le modèle utilisé pour obtenir une densité en $1/r^2$ dans la sphère superposée est toujours valide.

On a donc un 1^{ier} exemple possible d'adaptation des équations de la mécanique Newtonienne à notre théorie de la matière sombre.

La règle d'adaptation précédente peut être exacte ou seulement avec une bonne approximation. Ceci est en totale analogie avec le cas du système solaire où on peut obtenir les équations de la trajectoire des planètes sans tenir compte de la gravitation générée par les autres étoiles de la galaxie, c'est-à-dire en prenant $\rho(P)=0$ dans les équations de Newton pour P en dehors du système solaire (Comme dans la règle d'adaptation précédente).

On a vu dans la Section 2.3 un modèle de transfert thermique convectif entre la sphère superposée à la température T et la substance sombre dans laquelle elle est immergée à la température T_0. Le flux était alors :

$$\varphi=h(T-T_0) \qquad (34)$$

Il est possible que la substance sombre entourant la sphère superposée se comporte comme le vide absolu non seulement d'un point de vue gravitationnel mais aussi du point de vue thermique. Ceci nous conduit à proposer un $2^{ième}$ modèle de transfert thermique entre la sphère superposée et la substance sombre dans laquelle elle est immergée, avec un flux qui n'est plus exprimé par l'équation (34) mais par l'équation suivante :

$$\varphi=hT \qquad (35)$$

Le flux précédent reste analogue à un transfert thermique convectif, on remarque qu'il a la forme d'un transfert convectif entre un milieu à la température T et un milieu à la température $T_0=0$.

Ce $2^{ième}$ modèle de transfert thermique est intéressant car il entraîne que la loi baryonique de Tully-Fisher qu'on a établie dans la section 2.3 demeure valide quelle que soit la température T_0 de la substance sombre dans laquelle est immergée la sphère superposée, alors que c'est vrai seulement avec la condition $T_0<<T$ dans le 1^{ier} modèle de transfert thermique.

Il sera intéressant d'admettre qu'à l'échelle d'une étoile la densité de la substance sombre tends à l'homogénéité, n'obéissant pas aux lois de Newton.

2.7 Rayon baryonique et rayon sombre d'une galaxie.

On a vu dans la Section 2.1 que si r est la distance au centre O d'une concentration sphérique de substance sombre constituant une galaxie ayant une courbe de rotation plate, l'expression de la densité de substance sombre ρ(r) était donnée par, k_3 étant une constante (voir équation (7) dans la section 2.1, $k_3=k_2/4\pi$):

$$\rho(r)=\frac{k_3}{r^2} \qquad (36)$$

Donc on obtient, M (r) étant la masse d'une sphère de centre O et de rayon r (Voir équation (9)):

$$M(r)=4\pi k_3 r \qquad (37)$$

Par conséquent, v étant la vitesse d'une étoile à une distance r de O (voir équation (10)):

$$v^2=\frac{GM}{r}=4\pi k_3 G \qquad (38)$$

Et donc :

$$k_3=\frac{v^2}{4\pi G} \qquad (39)$$

On a vu aussi que si ρ_0 est la densité locale de substance sombre intergalactique dans laquelle est immergée la concentration sphérique de substance sombre constituant la galaxie, alors le rayon R de cette concentration de substance sombre est donné par l'expression (voir équation (15)):

$$\rho(R)=\frac{k_3}{R^2}=\rho_0 \qquad (40)$$

Et donc :

$$R=\sqrt{\frac{k_3}{\rho_0}}=v\sqrt{\frac{1}{4\pi G\rho_0}} \qquad (41)$$

On a appelé dans une section précédente R *rayon sombre* de la galaxie considérée.

Ainsi donc, dans une galaxie pour laquelle il existe une concentration sphérique de substance sombre analogue à celle proposée (C'est-à-dire dans le cas où elle présente une courbe de rotation plate), on a 2 différents types de rayon :

La 1^{iere} sorte de rayon, appelé *rayon sombre* de la galaxie est le rayon de la concentration sphérique de substance sombre. La seconde sorte de rayon, est le rayon de la plus petite sphère contenant toutes les étoiles de la galaxie, c'est le *rayon baryonique* de la galaxie. On remarque qu'à un âge de l'Univers donné, si une galaxie possède une courbe de rotation plate, le rayon sombre de la galaxie doit être supérieur à son rayon baryonique.

2.8 Autres modèles de distribution de matière sombre dans l'Univers.

On rappelle que la substance sombre n'est pas de la matière ordinaire et n'a donc pas obligatoirement des propriétés physiques identiques à celles de la matière ordinaire. Dans cette section et aussi dans la section suivante interprétant la dynamique des amas, nous proposerons des propriétés physiques de la matière sombre, simples mais différentes de celles de la matière ordinaire, permettant d'interpréter les observations dans l'Univers liées à la matière sombre.

2.8.1 Le double comportement possible de la substance sombre.

En plus du 1^{ier} modèle exposé dans la section 2.2 de distribution de substance sombre avec une densité en $1/r^2$ obtenu pour les galaxies ayant une courbe de rotation plate, on doit aussi considérer un

second modèle de distribution de matière sombre avec une densité constante $\rho(r)=\rho_0$, ρ_0 densité de substance sombre dans laquelle est immergée la galaxie. En général, ρ_0 est la densité de la substance sombre intergalactique, qu'on a supposé homogène en température et en densité dans la section 2.2.

Ce 2nd modèle est la conséquence d'un comportement possible de la substance sombre qui est d'être homogène en densité.

On voit donc que la substance sombre a 2 comportements possibles : Ou bien elle est homogène en densité (dans un volume donné) en violation de l'équilibre des forces (comme par exemple la substance sombre intergalactique), ou bien sa densité obéit à l'équilibre des forces comme la matière ordinaire (comme dans notre modèle de galaxie à courbe de rotation plate).

Nous devons maintenant définir dans quels cas la substance sombre adopte tel ou tel comportement. On rappelle qu'on a admis que les galaxies à courbe de rotation plates étaient des sphères de substance sombre superposées à la substance sombre intergalactique. Ceci nous conduit à admettre l'Hypothèse a) suivante :

Hypothèse a) :

La substance sombre a une densité constante partout dans l'Univers sauf à l'intérieur de sphères superposées.

Il est attractif d'admettre qu'à l'intérieur d'une sphère superposée S, la substance sombre conserve les propriétés principales qu'elle a dans l'Univers en dehors de toute sphère superposée. C'est pourquoi on généralise l'Hypothèse a) par l'hypothèse b) pour notre modèle de substance sombre:

Hypothèse b) :

-Pour qu'il y ait une concentration locale de substance sombre dans un volume dV à l'intérieur d'une sphère superposée S (dV étant petit devant le volume de S), alors dV doit appartenir à une sphère se substance sombre S' superposée à S.

On peut se demander cependant s'il existe plusieurs niveaux de sphères superposées, c'est-à-dire s'il peut exister une sphère de substance sombre S' superposée à une autre comme dans le cas de l'Hypothèse b) précédente. L'hypothèse la plus simple serait qu'il n'en existe pas et cette hypothèse semble être en accord avec les observations, et donc on admettra l'hypothèse c) dans notre modèle de substance sombre:

Hypothèse c) :

Il ne peut pas y avoir plusieurs niveaux de sphères superposées.

L'hypothèse a) entraîne que dans l'Univers, si une étoile n'appartient pas à une sphère superposée il n'y a pas de concentration de substance sombre dans son voisinage. Les hypothèses b) et c) entraînent que à l'intérieur d'une sphère superposée S constituant une galaxie à courbe de rotation plate, il n'y a pas de concentration locale de substance sombre, ni au voisinage des étoiles ni au voisinage des galaxies naines.

Et donc si les hypothèses b) et c) sont vraies il n'y a pas de concentration locale de substance sombre au voisinage des nuages de Magellan. Si on observait cependant que les nuages de Magellan ont une courbe de rotation plate obéissant à la loi baryonique de Tully-Fisher, cela signifierait que hypothèse c) est fausse, conservant l'hypothèse b). Cependant l'Hypothèse c) n'est pas nécessaire à notre Théorie de la matière sombre, notre justification de la loi baryonique de Tully-Fisher peut s'appliquer à une sphère de substance sombre S' superposée à une sphère de substance sombre S. Cependant selon les observations les plus récentes, ni le Grand ni le Petit nuage de Magellan ne sont des galaxies à courbe de rotation plate vérifiant la Loi baryonique de Tully-Fisher.

Nous avons une dernière hypothèse fondamentale concernant les propriétés de la substance sombre :

Hypothèse d) :

La matière baryonique n'a aucun effet sur la densité de la substance sombbre, et donc on doit prendre une densité de matière ordinaire partout égale à 0 pour obtenir la densité de la substance sombre.

De même, ni la substance sombre intergalactique ni une sphère superposée de substance sombre S_A n'ont d'effet sur la densité de substance sombre d'une sphère superposée de substance sombre S_B.

On dira que la matière ordinaire et une sphère superposée de substance sombre S_A ont *un effet gravitationnel global* sur une sphère de substance sombre S_B. Cela signifiera que bien que ni la matière ordinaire ni S_A n'ont d'effet sur la densité de S_B, la force gravitationnelle qu'elles génèrent sur S_B et son point d'application, qui est le centre de gravité et donc le centre de S_B, s'obtiennent classiquement.

Une alternative à l'Hypothèse d serait qu'à l'echelle d'une étoile la tendance à l'homogénéité de la substance sombre prédomine.

Notre théorie de la matière sombre permet d'obtenir une estimation de la masse de la Voie Lactée en accord avec les mesures expérimentales.

En effet, on verra plus loin que l'étude dynamique des amas permet d'obtenir la densité de la substance sombre intergalactique ρ_0 et donc utilisant l'équation (41) une estimation du rayon du halo de la matière sombre de la Voie Lactée noté R_H, de 550000 a.l. On peut alors obtenir une estimation de la masse de la Voie Lactée $M_{V.L}$, v étant la vitesse orbitale à un distance R_H du centre de la Voie Lactée, par l'équation :

$$GM_{V.L}/R_H=v^2 \qquad (41A)$$

Prenant $v\approx 205$ km/s, on obtient $M_{V.L}\approx 1540\ 10^9$ M.S(Masses solaires), soit exactement la récente estimation de la NASA et de l'ESA [(20)].

A l'heure actuelle, on estime la masse du Grand Nuage de Magellan (GNM), par l'observation de ses étoiles à $10\ 10^9$ M.S, ce qui correspond approximativement à sa masse visible. Ceci indique que le GNM contient peu de matière sombre.

Cependant, récemment (2020), des chercheurs [(19)] ont déduit de l'observation du disque de la Voie Lactée une estimation de la masse du GNM de $100\ 10^9$ M.S. Si cela était confirmé, cela impliquerait une concentration de matière sombre dans le GNM, mais l'observation de la dynamique des étoiles du GNM n'a pas confirmé cette dernière estimation.

2.8.2 La génération des sphères superposées.

Un problème intéressant est de déterminer comment sont apparues les sphères superposées. On remarque qu'on n'a pas observé de concentration de matière sombre au voisinage des étoiles planètes et des trous noirs de faible masse. Ceci signifie donc d'après les hypothèses a) et b) précédentes qu'il n'y a pas de sphère superposées au voisinage des étoiles et des trous noirs de faible masse. Et donc on doit admettre l'hypothèse e) suivante :

Hypothèse e) :
Ni les planètes, ni les étoiles ni les trous noirs de faible masse ne génèrent des sphères superposées.

Il est cependant possible que les sphères superposées soient générées par les trous noirs super massifs. Si tel était le cas, on devrait avoir un trou noir super massif au centre de chaque galaxie à courbe de rotation plate et réciproquement toute galaxie dont le centre est un trou noir super massif devrait être une galaxie à courbe de rotation plate. Il est aussi possible que les sphères superposées soient générés par les trous noirs primordiaux (C'est-à-dire formé dans l'Univers primordial), apparus lorsque l'Univers était très dense mais disparus aujourd'hui.

On a donc 2 possibilités pour la formation des sphères superposées : Ou bien elles sont générées par certains astres, comme les trous noirs super massifs, ou bien elles sont générées par des phénomènes dans l'Univers primordial.

2.8.3 La courbe de rotation des galaxies à courbe de rotation plate au voisinage de leur centre.

On rappelle qu'on a obtenu dans notre modèle des galaxies à courbe de rotation plate une densité en $1/r^2$ (r distance au centre de la galaxie). Cependant les observations montrent que la courbe de rotation n'est pas constante au voisinage de r=0, mais croit à partir de v=0 en r=0.

Pour justifier ceci, on a l'explication simple suivante :

On a vu précédemment que la substance sombre avait 2 comportements possibles : Ou bien elle était homogène en densité (dans un volume donné), ou bien sa densité obéissait à l'équilibre des forces comme la matière ordinaire. Pour expliquer l'allure de la courbe de rotation au voisinage de r=0 d'une galaxie à courbe de rotation plate, nous proposons l'explication simple suivante, Hypothèse f), dans notre modèle de substance sombre :

Hypothèse f) :

T étant une température quelconque, il existe une densité maximale $\rho_M(T)$ pour laquelle la substance sombre peut se comporter comme obéissant à l'équilibre des forces. Pour une densité supérieure ou égale à $\rho_M(T)$, la substance sombre se comporte comme une substance homogène en densité.

Avec l'hypothèse précédente f), on obtient que pour une galaxie à courbe de rotation plate, il existe une distance d_0 telle que pour $0<r<d_0$ la densité de la substance sombre est égale à $\rho_M(T)$ et pour $r>d_0$ $\rho(r)$ décroît jusqu'à ρ_0, densité de la substance sombre intergalactique. Pour r suffisamment grand, on obtient que $\rho(r)$ est asymptote à la courbe en $1/r^2$ obtenue dans le 1^{ier} modèle sans l'Hypothèse e). On obtient bien une courbe de rotation en accord avec l'observation. Notons qu'on améliorerait le modèle en tenant compte de la matière baryonique.

Pour déterminer $\rho(r)$ avec l'hypothèse e) on procède comme suit (Sans tenir compte de la limite inférieure de $\rho(r)$ qui est égale à ρ_0):

a étant un réel positif, on définit la fonction $\rho_{Sa}(r)$ par :

(i) Pour $0\leq r\leq a$: $\rho_{Sa}(r)=\rho_M(T)$

(ii) Pour $a<r$: $\rho_{Sa}(r)$ est solution de l'équation de l'équilibre des forces et est donc asymptotique à la courbe en $1/r^2$ établie dans le modèle sans l'Hypothèse f).

On définit alors la fonction $\rho_{Sam}(r)$ comme l'une des fonctions précédentes (unique) telle que :

(i)Pour tout r $\rho_{Sa}(r)\leq\rho_M(T)$

(ii)a est minimal.

La solution en tenant compte de l'Hypothèse f) est alors $\rho_{Sam}(r)$. De plus $d_0=a_m$. On peut facilement adapter ce qui précède en tenant compte de la limite inférieure de la densité qui est égale à ρ_0.

2.8.4 Le milieu inter-amas et la loi baryonique de Tully-Fisher.

Les observations astronomiques ont montré la présence dans les amas d'un plasma constitué de matière baryonique, ce plasma étant appelé milieu inter-amas. Ce milieu constitue une part importante de la masse baryonique de l'amas, en général plus importante que la masse totale des galaxies de l'amas.

Or pour obtenir la loi baryonique de Tully-Fisher dans notre Théorie de la matière sombre, on a considéré que toutes les particules baryoniques appartenant au halo sombre d'une galaxie à courbe de rotation plate transmettait de l'énergie thermique à la substance sombre constituant ce halo sombre. Et si on tenait compte de ce plasma, on n'obtiendrait plus la loi baryonique de Tully-Fisher en prenant seulement comme masse baryonique dans le halo sombre la masse visible de gaz et d'étoiles.

Nous proposons l'explication suivante : Le plasma est constitué de particules ionisées, en général hydrogène ou hélium. On obtient donc la loi de Tully-Fisher en prenant comme masse baryonique la masse des étoiles et particules visibles si on admet que si une particule baryonique est

chargée, en particulier une particule ionisée, alors elle ne transmet pas d'énergie thermique à la substance sombre dans laquelle elle est immergée.

Les observations astronomiques montrent que les particules ionisées constituant le plasma ne refroidissent pas. Ceci est aussi justifié par l'explication précédente.

2.8.5 Les collisions entre matière sombre et matière baryonique.

On n'a jamais observé de collisions entre matière sombre et matière baryonique. Ceci est très bien expliqué par notre Théorie de la matière sombre : En effet d'après cette théorie la matière sombre est une substance emplissant l'espace et qui peut se comporter comme du vide. Et il est évident qu'il ne peut y avoir de collisions entre vide et matière baryonique. On rappelle que pour la même raison d'après notre Théorie de la matière sombre il n'y a pas de poussée d'Archimède s'exerçant sur les particules se déplaçant dans la substance sombre. Et donc notre Théorie de la matière sombre ne prédit aucune collision possible entre matière sombre et matière baryonique en accord avec les observations astronomiques.

2.9 Les autres observations de la matière sombre.

Il existe 2 modèles principaux à priori possibles concernant la distribution de substance sombre dans les amas. Dans le premier modèle que nous allons exposer en détail, la masse de la substance sombre observée de l'amas est très grande devant par rapport à la masse totale des halos sombres des galaxies de l'amas. Dans le 2^{nd} modèle au contraire la masse observée de la substance sombre de l'amas est celle des halos sombres des galaxies de l'amas. On verra que nécessairement dans le 1^{ier} modèle, on doit prendre en compte la masse de la substance sombre intergalactique, c'est-à-dire la substance sombre à l'extérieur des halos sombres qu'on a supposé homogène en température et en densité. Il est alors nécessaire d'admettre un double comportement possible, interagissant ou non gravitationnellement, selon sa localisation à l'intérieur ou à l'extérieur d'une concentration de matière baryonique, de la substance sombre intergalactique. Dans le $2^{ième}$ modèle c'est plus simple, la substance sombre a un comportement unique : Elle se comporte comme le vide absolu et n'interagit pas gravitationnellement. Les observations astronomiques détermineront le meilleur modèle. On étudiera seulement la 1^{ier} modèle, car il semble en accord avec les observations. On admettra la propriété fondamentale suivante :

-Si un point P se trouve à l'intérieur d'une concentration de matière baryonique (Par exemple un amas de galaxie ou une concentration due à des anisotropies de matière baryonique dans l'Univers primordial) ou d'une concentration de substance sombre (Par exemple une sphère superposée), alors on prendra dans les équations de Newton la réelle densité en P de substance sombre. Sinon on prendra une densité nulle de substance sombre en P dans les équations de Newton.

La propriété précédente sera aussi fondamentale dans la formation de structure, c'est-à-dire par exemple dans le role de la matière sombre dans l'apparition des galaxies.

Nous allons maintenant interpréter à l'aide de la théorie de la matière sombre que nous proposons les données expérimentales concernant les vitesses des galaxies dans les amas.

Dans le 1^{ier} modèle de distribution de matière sombre dans les amas, on prend en compte toute la masse de substance sombre contenue par l'amas, et donc ces vitesses sont déterminées par :

-La masse baryonique dans les amas (étoiles, gaz..).
-La masse des halos sombres des galaxies dans les amas.
-La masse de la substance sombre intergalactique dans les amas.

On admet d'après la section précédente que l'amas contient seulement des galaxies avec une densité de substance sombre en $1/r^2$ telles qu'on les a définis dans la section 2.1 (1^{ier} modèle de distribution de la substance sombre dans les galaxies) et des galaxies avec une densité de substance

sombre constante égale à ρ_0, ρ_0 densité de la substance sombre intergalactique (2^{nd} modèle de distribution de substance sombre dans les galaxies).

On obtient un résultat très intéressant sur la densité moyenne des halos des galaxies dont la densité de substance sombre est en $1/r^2$:

En effet, d'après l'équation (18), pour ces galaxies le rayon du halo sombre est:

$$R_S=(2k_0T/4\pi G\rho_0)^{1/2} \qquad (42)$$

D'après l'équation (8) :

$$k_2=2k_0T/G \qquad (43)$$

Donc :

$$R_S=(k_2/4\pi\rho_0)^{1/2} \qquad (44)$$

Donc d'après l'équation (9) la masse totale du halo sombre est :

$$M_S(R_S)=\frac{k_2^{3/2}}{(4\pi\rho_0)^{1/2}} \qquad (45)$$

Calculons maintenant la masse d'une sphère de même rayon R_S et de densité égale à la densité de la substance sombre intergalactique ρ_0 :

$$M_I(R_S)=\rho_0\frac{4}{3}\pi(\frac{k_2}{4\pi\rho_0})^{3/2}=\frac{1}{3}\frac{k_2^{3/2}}{(4\pi\rho_0)^{1/2}} \qquad (46)$$

Et donc :

$$M_I(R_S)=M_S(R_S)/3 \qquad (47)$$

Et donc les halos des galaxies du 1^{ier} modèle (densité de substance sombre en $1/r^2$) ont une densité moyenne égale à $3\rho_0$, ceci quelle que soit le rayon et la température du halo sombre et donc quelle que soit la vitesse orbitale des étoiles dans la galaxie considérée.

D'après la relation précédente (47) on peut s'attendre à ce que la masse sombre dans les amas soit très supérieure à la masse baryonique des galaxies de ces amas. En effet, d'après la théorie de la matière sombre que nous proposons, on a vu que pour une galaxie du 1^{ier} modèle, R_B rayon baryonique de la galaxie, la masse sombre $M_S(R_B)$ contenue dans une sphère de centre O (O centre de la galaxie) et de rayon R_B est très grande par rapport à la masse baryonique $M_B(R_B)$. Et donc pour cette galaxie, puisque $R_B<R_S$ la masse totale du halo sombre $M_S(R_S)$ est encore plus grande par rapport à $M_B(R_B)$. Or d'après la relation (47), pour ces galaxies la densité moyenne du halo sombre est seulement 3 fois supérieure à la densité minimale de la substance sombre ρ_0. (Puisqu'on a supposé que seules les galaxies correspondant au 1^{ier} et au $2^{ième}$ modèle de distribution de substance sombre existent). Et donc on peut s'attendre à ce que la masse sombre des amas soit très supérieure à la masse baryonique des galaxies de ces amas.

Et donc, pour tout amas A de densité moyenne ρ_{mA}, on obtient si on néglige la densité de matière baryonique :

$$\rho_0<\rho_{mA}<3\rho_0 \qquad (48)$$

Et donc la densité moyenne des amas permet d'obtenir une estimation de la densité de substance sombre intergalactique ρ_0. De plus si A1 et A2 sont 2 amas de densité moyenne ρ_{mA1} et ρ_{mA2} avec par exemple $\rho_{mA1}<\rho_{mA2}$, on a d'après la relation précédente :

$$\rho_{mA2}<3\rho_{mA1} \qquad (49)$$

On verra que la prédiction théorique précédente est en accord avec les données expérimentales.

Il est intéressant d'introduire le volume moyen de halo sombre par galaxie correspondant au 1^ier^ modèle Vol_{SG}. Alors si les amas contiennent les mêmes modèles de la galaxies dans les mêmes proportions (Ce qui n'est pas toujours le cas), on peut exprimer la densité moyenne de l'amas ρ_{mA} comme fonction de N_A nombres de galaxies dans l'amas A et de Vol_{SG}. On obtient en effet immédiatement, puisque la densité moyenne des halos sombres correspondant au 1^ier^ modèle est égale à $3\rho_0$ (Equation (47)) et qu'ailleurs dans l'amas la densité de substance sombre est égale à ρ_0, Vol_A étant le volume de l'amas :

$$\rho_{mA} = \frac{1}{Vol_A}[3\rho_0 N_A Vol_{SG} + \rho_0 (Vol_A - N_A Vol_{SG})] \qquad (50)$$

Donc on obtient, ρ_{mAG} étant la densité moyenne du nombre de galaxies dans l'amas, $\rho_{mAG}=N_A/Vol_A$:

$$\rho_{mA}=\rho_{mAG}(2\rho_0 Vol_{SG})+\rho_0 \qquad (51)$$

De plus, $Vol_A(H)$ étant le volume des halos sombres des galaxies correspondants au 1^er^ modèle dans l'amas, puisque la densité moyenne des halos sombres correspondant au 1^ier^ modèle est égale à $3\rho_0$ (Equation (47)) et qu'en dehors de ces halos dans l'amas la densité de substance sombre est égale à ρ_0 :

$$\rho_{mA} = \frac{1}{Vol_A}[3\rho_0 Vol_A(H) + \rho_0 (Vol_A - Vol_A(H))] \qquad (52)$$

$$\rho_{mA} = 2\rho_0 \frac{Vol_A(H)}{Vol_A} + \rho_0 \qquad (53)$$

Un cas particulier intéressant est le cas où on a toujours pour tous les amas $\rho_{mAG}Vol_{SG}<<1$ ou $Vol_A(H)/Vol_A<<1$. Alors on a toujours $\rho_{mA}\approx\rho_0$ quel que soit ρ_{mAG}. Ceci entraîne, puisque ρ_0 dépend de z, que des amas correspondant au même z ont approximativement la même densité moyenne.

Cependant ceci n'est vraie que si on néglige la contribution de la matière baryonique dans la densité moyenne ρ_{mA}. Dans ce qui suit, toujours dans la 1^ier^ modèle de distribution de matière sombre, on supposera qu'on a en général dans les amas $Vol_A(H)/Vol_A<<1$, et donc $\rho_{mA}\approx\rho_0$.

Dans le 2^nd^ modèle de distribution de substance sombre des amas, la substance sombre intergalactique n'interagit pas gravitationnellement. La densité moyenne de substance sombre interagissant gravitationnellement est donc celle prenant en compte seulement la masse des halos sombres c'est-à-dire :

$$\rho_{mA}=3\rho_0 Vol_A(H)/Vol_A \qquad (54)$$

Si dans le 2^nd^ modèle la densité de substance sombre interagissant gravitationnellement n'est pas homogène, on peut faire l'hypothèse qu'elle présente approximaivement une symétrie sphérique.

A cause de cette symétrie sphérique, on pourra faire l'approximation d'une densité homogène égale à ρ_{mA} pour obtenir une relation entre la masse de l'amas, son rayon et la vitesse maximale des galaxies qu'il contient, en utilisant les 3 modèles dynamiques des amas avec une densité homogène que nous allons exposer. On peut s'attendre aussi dans le 2nd modèle à ce que ρ_{mA} soit de l'ordre de ρ_0.

Nous allons maintenant étudier dans le 1ier modèle de distribution de substance sombre 3 modèles dynamiques permettant d'obtenir des relations entre la masse des amas, la vitesse des galaxies dans ces amas et le rayon des amas. On verra que les 3 modèles ont des prédictions assez proches concernant les relations entre la masse des amas, le rayon des amas et la vitesse de dispersion ou la vitesse maximale (dans le Référentiel lié à l'amas) des galaxies dans les amas, mais cependant que le 1ier modèle n'est pas compatible avec les observations astronomiques et que le 3ième modèle est basé sur notre modèle de matière sombre et de plus permet d'interpréter des observations astronomiques non interprétées par le 2nd modèle. Notons que les 2 premiers modèles ne sont pas nouveaux et que le 2ième modèle est en général admis dans le MSC, mais sans modèle de matière noire. Dans ce qui suit on étudiera le 1ier modèle de distribution de matière sombre dans les amas et on verra que ce modèle permet d'obtenir des prédictions théoriques en bon accord avec les observations astronomiques.

Selon un 1ier modèle dynamique des amas les galaxies tournent autour du centre des amas de la même façon que les planètes autour du soleil ou que les étoiles autour de la voie lactée. On appellera *modèle dynamique planétaire* des amas ce 1ier modèle. On rappelle que ce modèle est contredit par les observations astronomiques.

Des observations astronomiques très importantes pour notre théorie de la matière sombre appliquée aux amas ont été réalisées concernant l'amas du Coma qu'on désignera par A4 [(10)]. Des astrophysiciens ont tracé un graphe donnant pour différentes galaxies G la vitesse de récession $V_R(G)$ observée d'un point O_T proche de la terre et origine d'un Référentiel inertiel R_T dans lequel la vitesse de la terre est petite devant c, en fonction de l'angle a(G) entre les droites (O_T, O_4) et (O_T,O_G), avec O_4 centre de l'amas du Coma et O_G centre de la galaxie G (ou, de façon équivalente en fonction de $d(G)=a(G)O_TO_4$, O_TO_4 distance angulaire entre O_T et O_4).

D'après ce graphe, on observe que l'écart entre vitesse de récession maximale et vitesse de récession minimale est maximal pour les galaxies telles que a(G)=0 (5000km/s) puis il diminue notablement.

Or ceci contredit ce 1ier modèle planétaire puisque selon ce modèle pour une galaxie G telle que a(G)=0 la vitesse de G est perpendiculaire à (O_T,O_G) et donc v(G) devrait être proche de 0. Et donc selon ce modèle planétaire l'écart entre vitesse de récession maximale et vitesse de récession minimale devrait augmenter avec a(G). Et donc les observations concernant l'amas du Coma contredisent le modèle dynamique planétaire des amas. On verra cependant que ces observations sont interprétées par le 3ième modèle dynamique des amas, en particulier les symétries du graphe précédent par rapport à l'axe O_TO_4 et par rapport à l'axe horizontal contenant O_4, et aussi les vitesses maximales observées pour d(G)=0 et $d(G)=R_{A4}$, R_{A4} rayon de l'amas.

Un 2ième modèle dynamique des amas possible est le modèle généralement utilisé dans le Modèle Standard de Cosmologie (MSC) [(8)] basé sur le théorème du Viriel. On appellera donc ce 2ième modèle *modèle dynamique du Viriel* des amas.

D'après ce modèle, si σ_A est la vitesse de dispersion dans un amas A, M_A étant la masse de l'amas A et R_A son rayon :

$$\frac{GM_A}{R_A} \approx \alpha_A \sigma_A^2 \qquad (56)$$

Dans l'expression précédente α_A est de l'ordre de l'unité et dépend de l'amas, on le prend souvent égal à 1 ou à 2. On peut aussi remplacer dans l'expression précédente R_A par le rayon d'Abel [(7)].

On remarque cependant que l'équation (55) du 1^{ier} modèle dynamique des amas et (56) du 2nd modèle semblent être approximativement en accord avec les observations astronomiques. Nous verrons que ceci est aussi le cas pour le 3^{ième} modèle dynamique des amas suivant.

Nous allons maintenant proposer un 3^{ième} modèle dynamique des amas basé sur notre modèle de matière sombre. Dans ce modèle, G_A étant une galaxie d'un amas A en un point P, on considère seulement le potentiel gravitationnel généré en P par la substance sombre. On appellera donc ce 3^{ième} modèle *modèle dynamique du potentiel sombre* des amas.

Pour obtenir dans ce 3^{ième} modèle le potentiel gravitationnel généré par la substance sombre en tout point de l'amas, il est nécessaire d'exposer les éléments de notre théorie de la matière sombre permettant de calculer le champ gravitationnel **G** et le potentiel gravitationnel U en tout point de l'Univers. On a déjà vu 2 exemples d'adaptation des équations de la mécanique Newtonienne à notre théorie de la matière sombre (Section 2.6 et 2.8) qui sont nécessaires car dans la Théorie de la Gravitation Newtonienne seule la densité baryonique existe et il n'y a pas d'expansion de l'Univers, ce qui n'est pas le cas dans notre théorie de la matière sombre. Pour obtenir **G**(Q) et U(Q) en un point Q de l'Univers par les équations de la mécanique Newtonienne, pour prendre en compte la densité de substance sombre en P, on doit distinguer le cas où P est à l'intérieur d'une concentration de matière baryonique ou si cela n'est pas le cas :

a)Supposons que P soit un point de l'Univers n'appartenant à aucune concentration de matière baryonique mais appartenant à la substance sombre intergalactique. On sait alors que la densité de substance sombre en P est égale à ρ_0. (Voir section 2.3 et section 2.8). A cause de l'expansion de l'Univers et des propriétés de la substance sombre, on admettra qu'il doit y avoir une symétrie pour tous les points P défini comme précédemment, entraînant qu'on doit prendre $\rho(P)=0$ dans les équations de la mécanique Newtonienne pour obtenir **G**(Q) et U(Q) en un point Q. C'est-à-dire que la substance sombre se comporte comme le vide absolu en P dans les équations de la mécanique Newtonienne, de façon analogue à l'exemple de la section 2.8.

Donc la règle précédente a) justifie qu'entre les amas, la substance sombre se comporte comme le vide absolu, en accord avec les observations astronomiques.

b)Si P appartient à une concentration de matière baryonique importante (amas, galaxie, étoile..), alors la symétrie précédente du a) est brisée: On doit prendre $\rho(P)=\rho_0$ (ou $\rho(P)$ est égale à la densité de la substance sombre en P) dans les équations de la mécanique Newtonienne pour obtenir **G**(Q) et U(Q) en un point Q.

On a donc un 3^{ième} exemple d'adaptation des équations de la mécanique Newtonienne à notre théorie de la matière sombre, qui est dû à un effet de l'expansion de l'Univers, qui n'existait pas dans la Théorie de la gravitation de Newton.

Dans ce 3^{ième} modèle du potentiel sombre, on modélise un amas comme un système (amas idéal) ayant les propriétés suivantes :

a)L'amas est une sphère de rayon R_A, de centre O_A, contenant des galaxies et de la substance sombre, présentant une symétrie sphérique.

b)Pour obtenir **G** et U dans l'amas, permettant d'obtenir les vitesses, trajectoires et énergies des galaxies, celles-ci étant modélisées comme des masses ponctuelles, (identifiées avec leur centre de masse), on peut considérer que l'amas a une densité homogène égale à ρ_{mA} (A cause de l'équation (53), supposant $Vol_A(H)/Vol_A<<1$ et négligeant la matière baryonique).

Concernant les galaxies de l'amas, vitesses et énergie étant calculées dans le Référentiel inertiel d'origine O_A centre de l'amas, celles-ci sont modélisées par les propriétés :

c)On définit pour une galaxie G_A le ratio $r(G_A)$ tel que $r(G_A)=E_T(G_A)/m(G_A)$ ($E_T(G_A)$ énergie totale de la galaxie G_A et $m(G_A)$ masse de G_A) et r_{AMax} comme étant la valeur maximale de ce ratio. Alors d'après notre modèle d'amas :
(i)Le rayon R_A de l'amas est la distance maximale possible entre une galaxie G_A de l'amas et O_A le centre de l'amas (Avec la condition $r(G_A)\leq r_{AMax}$).

(ii)Les galaxies G_A avec $r(G_A)=r_{AMax}$ ont une densité élevée (non nécessairement homogène) dans tout l'amas. C'est-à-dire qu'en tout point P de l'amas, il existe une galaxie G_A proche de P telle que $r(G_A)=r_{AMax}$. De plus dans le cas où $P=O_A$ centre de l'amas, par symétrie sphérique, **u** étant un vecteur unitaire quelconque, il existe une galaxie G_{A0} proche de O_A telle que $r(G_{A0})=r_{AMax}$ et de plus $\mathbf{V}(G_{A0})$ étant le vecteur vitesse de G_{A0} : $\mathbf{V}(G_{A0}).\mathbf{u}\approx V(G_{A0})$ ($V(G_{A0})$ norme du vecteur $\mathbf{V}(G_{A0})$. Ceci signifie que le vecteur $\mathbf{V}(G_{A0})$ est approximativement colinéaire à **u**).

d)Les galaxies G_A telles que $r(G_A)=r_{AMax}$ conservent leurs énergies et leurs masses, et donc r_{AMax} est constant.

On obtient donc d'après la propriété a) de notre modèle d'amas et l'adaptation des équations de la mécanique Newtonienne à notre théorie de la matière sombre :

$$U(R_A)=-GM_A/R_A \qquad (57a)$$

$$\mathbf{G}(R_A)=-GM_A/R_A^2\,\mathbf{u} \qquad (57b)$$

De plus, G_A étant une galaxie de l'amas à une distance r du centre de l'amas, $V(G_A)$ étant sa vitesse en norme (Dans le Référentiel inertiel de centre O_A), $m(G_A)$ étant sa masse et U(r) étant le potentiel gravitationnel en r, l'énergie totale de G_A $E_T(G_A)$ est donc :

$$E_T(G_A)=(1/2)m(G_A)V(G_A)^2+m(G_A)U(r) \qquad (58)$$

De plus, appliquant le théorème de Gauss, d'après la propriété a) de notre modèle d'amas M(r) étant la masse de la sphère de centre O_A et de rayon r, le champ gravitationnel **G**(r) est alors :

$$\mathbf{G}(r) = -G\frac{M(r)}{r^2}\mathbf{u} \qquad (59)$$

D'après la propriété b) de notre modèle d'amas, $M(r)=(4/3)\pi r^3\rho_{mA}$ et donc :

$$\mathbf{G}(r) = -G\frac{4}{3}\pi r\rho_{mA}\mathbf{u} \qquad (60)$$

Puisque par définition **G**=-**Grad**(U), on obtient, C_{AU} étant une constante positive à un âge donné de l'Univers:

$$U(r)=G(4/6)\pi r^2\rho_{mA}-C_{AU} \qquad (61)$$

Cette équation peut s'écrire aussi, (M(r) étant la masse de la sphère de centre O_A et de rayon r):

$$U(r)=GM(r)/2r-C_{AU} \qquad (62)$$

On a donc, $M_A=M(R_A)$ étant la masse de l'amas, utilisant l'équation (57a) :

$$\frac{GM_A}{2R_A}-C_{AU}=-\frac{GM_A}{R_A} \qquad (63)$$

Et donc on obtient finalement, M_A et R_A dépendant à priori de t, âge de l'Univers:

$$C_{AU} = \frac{3}{2}\frac{GM_A(t)}{R_A(t)} \qquad (64)$$

Et donc on obtient, utilisant l'équation (58), pour une galaxie à une distance r de O_A :

$$\frac{1}{2}m(G_A)V(G_A)^2 + Gm(G_A)\frac{M(r)}{2r} = E_T(G_A) + m(G_A)C_{AU} \quad (65a)$$

De plus, puisque par définition dans la propriété c) de notre modèle d'amas on a défini r_{AMax} comme le ratio maximal de $E_T(G_A)/m(G_A)$, on a pour toute galaxie G_A :

$$\frac{1}{2}V(G_A)^2 + G\frac{M(r)}{2r} \le r_{AMax} + C_{AU} \qquad (65b)$$

On va considérer maintenant les cas d'une galaxie G_{Al} aux limites de l'amas ($r=R_A$) et celui d'une galaxie G_{A0} en O_A (r=0).

D'après la propriété c)(i) de notre modèle d'amas, le rayon R_A de l'amas est la distance maximale possible entre une galaxie G_A de l'amas et O_A centre de l'amas avec la condition $r(G_A) \le r_{AMax}$. Considérant l'inégalité précédente (65b), on a donc pour une galaxie G_{Al} aux limites de l'amas $V(G_{Al})=0$ et :

$$G\frac{M(R_A)}{2R_A} = r_{AMax} + C_{AU} \qquad (66)$$

Pour une galaxie G_{A0} au centre de l'amas (r=0), et telle que $r(G_{A0})=r_{AMax}$, d'après l'équation (65a) :

$$\frac{1}{2}V(G_{A0})^2 = r_{AMax} + C_{AU} \qquad (67)$$

Et donc d'après l'équation (65b), $V(G_{A0})$ est égale à la vitesse maximale des galaxies dans l'amas V_{MA}. Et donc d'après les équations ((66) et (67), on obtient :

$$V_{MA}^2 = \frac{GM_A}{R_A} \qquad (68a)$$

De plus d'après la propriété c) de notre modèle d'amas, **u** étant un vecteur unitaire quelconque, il existe une galaxie G_{A0} proche de O_A telle que $r(G_{A0})=r_{AMax}$ et $\mathbf{V}(G_{A0}).\mathbf{u} \approx V(G_{A0}) \approx V_{MA}$. Et donc si on définit $V_{MA}(\mathbf{u})$ comme étant la valeur maximale de $\mathbf{V}(G_A).\mathbf{u}$, considérant toutes les galaxies G_A de l'amas, $V_{MA}(\mathbf{u})=V_{MA}$.

Dans les observations astronomiques, G_A étant une galaxie de l'amas, **u** étant le vecteur unitaire de la direction d'observation, on mesure $V_T(G_A)(\mathbf{u})=\mathbf{V}_T(G_A).\mathbf{u}$, composante sur **u** de la vitesse $\mathbf{V}_T(G_A)$, vitesse de G_A dans un Référentiel inertiel R_T d'origine O_T proche de la terre, et dans lequel la vitesse de la terre est petite devant c. On obtient alors $V_{MA}(\mathbf{u})$ par l'expression suivante, avec des notations évidentes :

$$V_{MA}(\mathbf{u}) = (1/2)[Max_A(V_T(G_A)(\mathbf{u})) - min_A(V_T(G_A)(\mathbf{u}))] \qquad (68b)$$

Etant donné que notre modèle d'amas défini par les propriétés a)b)c)d) est seulement approximatif, on introduit une constante β_A dépendant de l'amas et du vecteur **u**, telle que, $V_{MA}(\mathbf{u})$ étant défini par l'équation précédente (68b) :

$$V_{MA}(\mathbf{u})^2 = \beta_A \frac{GM_A}{R_A} \qquad (69)$$

On obtient donc aussi dans notre 3ième modèle une équation analogue aux équations (55) et (56). Cependant, notre 3ième modèle prévoit que la vitesse des galaxies est maximale pour les galaxies proches du centre de l'amas, en accord avec les observations astronomiques [7], ce qui n'est pas le cas du modèle du Viriel.

De plus, A_i et A_j étant 2 amas, utilisant $M_{Ai}=(4/3)\pi\rho_{mAi}R_{Ai}^3$, on obtient immédiatement, utilisant l'équation (68a) :

$$\frac{\rho_{mAj}}{\rho_{mAi}} = (\frac{V_{MAj}}{V_{MAi}})^2 (\frac{R_{Ai}}{R_{Aj}})^2 \qquad (70a)$$

Or on a vu dans l'équation (53) que si A_i et A_j correspondent au même décalage Cosmologique z, si de plus on avait $Vol_{Ai}(H)/Vol_{Ai}<<1$ et $Vol_{Aj}(H)/Vol_{Aj}<<1$, alors ρ_{mAj}/ρ_{mAi} devait être proche de l'unité.

Considérons par exemple l'amas de la Vierge A2 ($z_2<0,01$) et l'amas du Coma A4 ($z_4<0,03$). D'après les observations astronomiques, considérant les galaxies NGC4388 et IC3258 et la vitesse maximale des galaxies par rapport au centre de l'amas considéré on peut prendre $V_{MA2}(\mathbf{u}_2)=1600$ km/s [11]. De plus on peut prendre $R_{A2}=7,3$ millions a.l [12]. (Les valeurs précédentes de V_{MA2} et R_{A2} sont aussi celles données par wikipedia, « Virgo cluster »). Pour l'amas du Coma on peut prendre $V_{MA4}(\mathbf{u}_4)=2300$ km/s [10], et comme rayon la valeur la plus récente, donnée par wikipedia, « Coma cluster », $R_{A4}=10$ millions a.l. On obtient alors avec les valeurs précédentes, utilisant l'équation (70a), $\rho_{mA4}/\rho_{mA2}=1,1$. L'écart avec 1e ratio précédent peut s'expliquer par le fait que la validité de notre modèle n'est qu'approximative. On n'a pas tenu compte du fait que la proportion de la masse totale de la matière baryonique et des halos des galaxies spirales n'est pas nécessairement la même dans les 2 amas considérés. De plus, ces 2 amas ne sont pas des amas idéaux, seul l'amas du Coma est approximativement sphérique (amas régulier) et aucun des 2 amas n'est homogène à cause de l'hétérogénéité de la matière baryonique et de la distribution des halos sombres de galaxies

Tenant compte de la validité approximative de notre modèle, on peut s'attendre à ce que le ratio donné par l'équation (70a) soit de l'ordre de l'unité ce qui est le cas.

Pour obtenir l'évolution de la masse et du rayon d'un amas, on utilise que selon la propriété d) de notre modèle d'amas, r_{AMax} se conserve. Puisque d'après l'équation (64), remplaçant t par le décalage Cosmologique z, $C_{AU}=(3/2)GM_A(z)/R_A(z)$, d'après l'équation (66) on obtient :

$$r_{AMax} = -G\frac{M_A(z)}{R_A(z)} \qquad (70b)$$

Et donc puisque d'après la propriété d) de notre modèle r_{AMax} se conserve, $M_A(z)/R_A(z)$ se conserve aussi. De plus, $M_A(z)=(4/3)\pi R_A(z)^3\rho_{mA}(z)$ avec d'après l'équation (53), supposant $Vol_A(H)/Vol_A<<1$, $\rho_{mA}(z)\approx\rho_0(z)$, $\rho_0(z)$ correspondant à la densité de la substance sombre intergalactique pour un Univers correspondant à un décalage Cosmologique z. Et donc d'après l'équation (70b) $M_A(z)$ et $R_A(z)$ évoluent en $1/\rho_0(z)^{1/2}$. Or on verra dans cette section que $\rho_0(z)\approx\rho_0(0)(1+z)^3$. Et donc on a :

$M_A(z) \approx M_A(0)/(1+z)^{3/2}$

$R_A(z) \approx R_A(0)/(1+z)^{3/2}$ (70c)

Il est cependant possible que r_{AMax} dépende de z, de telle façon que $M_A(z)$ soit constante et donc que la densité moyenne de substance sombre soit invariante.

Le fait qu'on observe plus de matière sombre prés du centre des amas s'expliquerait par le fait que les galaxies à courbe de rotation plate les plus massives sont prés du centre des amas.

La densité de la substance sombre intergalactique dépend de l'âge de l'Univers. On notera $\rho_0(0)$ la densité à l'âge actuel de l'Univers (z=0) et $\rho_0(z)$ la densité correspondant à un décalage vers le rouge Cosmologique z. L'estimation de la densité intergalactique $\rho_0(0)$ obtenue à l'aide des modèles dynamiques des amas exposés précédemment permet d'autres prédictions théoriques confirmant la validité de notre modèle de matière sombre.

En effet d'après l'équation (18), pour une galaxie correspondant au 1^{ier} modèle, le rayon R_S de cette galaxie est donnée par, à l'âge actuel de l'Univers :

$$R_S = \left(\frac{2k_0T}{4\pi G\rho_0(0)}\right)^{1/2} \qquad (70d)$$

Et donc, v étant la vitesse orbitale des étoiles dans cette galaxie, d'après l'équation (10) :

$$R_S = \frac{v}{(4\pi G\rho_0(0))^{1/2}} \qquad (70e)$$

Or notre modèle dynamique des amas permet d'obtenir une estimation de $\rho_0(0)$. Considérons par exemple le cas de la Voie Lactée. Pour obtenir $\rho_0(0)$, on applique le 3^{ième} modèle du Potentiel sombre des amas à l'amas de la Vierge (z<0,01). D'après l'équation (68) on obtient, ρ_{mA} étant la densité moyenne de l'amas A, utilisant $M_A=\rho_{mA}(4/3)\pi R_A^3$:

$$\rho_{mA} = \frac{1}{(4/3)\pi G}\frac{V_{MA}^2}{R_A^2} \qquad (70f)$$

Si A est un amas avec z_A très proche de 0, avec dans l'équation (53), $Vol_A(H) << Vol_A$, on a alors $\rho_{mA} \approx \rho_0(0)$. On obtient, remplaçant $\rho_0(0)$ dans l'équation (70e) par ρ_{mA} donné par l'équation (70f) :

$$R_S \approx \frac{v}{\sqrt{3}}\frac{R_A}{V_{MA}} \qquad (70g)$$

Prenant comme amas l'amas de la Vierge A2, avec les données expérimentales précédentes $R_2 \approx 7{,}3$ millions a.l, $V_{M2} \approx 1600$ km/s et $v \approx 205$ km/s on trouve un rayon sombre pour la Voie Lactée $R_{SM.W} \approx 540000$ a.l. Avec les données précédentes sur l'amas du Coma, on obtient $R_{SM.W} \approx 510000$ a.l.Ces résultats sont non seulement cohérents mais ils donnent un rayon sombre pour la Voie Lactée supérieur à la distance entre le centre de la Voie Lactée et les nuages de Magellan (Environ 250000 a.l) [(14)] . Comme on l'a vu, la différence de 5% entre l'estimation utilisant les données sur l'amas du Coma est celles sur l'Amas de la Vierge peut s'expliquer par le fait que notre modèle n'est valide qu'approximativement. Le fait que seul l'amas du Coma soit approximativement sphérique nous conduit à retenir la valeur obtenue en utilisant les données de l'amas du Coma. De plus si on tient compte de la différence entre ρ_{mA4} et $\rho_0(0)$, prenant $\rho_{mA} \approx 1{,}2\rho_0(0)$, on obtient $R_{SM.W} \approx 550000$ a.l. On a utilisé cette valeur pour prédire la masse de la Voie Lactée en accord avec les observations les plus

récentes. Tenant compte de la validité approximative de notre modèle, on peut s'attendre à ce que les différentes valeurs de R_S obtenues précédemment soient du même ordre ce qui est le cas.

On sait qu'on observe un effet appelé gravitational lensing, prévu par la Relativité Générale, qui est la déviation de rayons lumineux dus à la masse des amas. Puisqu'on a vu que la substance sombre entre les amas se comportait comme le vide absolu du point de vue gravitationnel, on peut appliquer la Relativité Générale pour obtenir la déviation d'un rayon lumineux par l'amas, comme si celui-ci était immergé dans le vide absolu. Il serait intéressant de comparer la masse obtenue par le gravitional lensing avec la masse prédite par le 3^{ième} modèle du potentiel sombre exposé précédemment.

De plus, on sait que l'étude du CMB montre l'existence d'anisotropies dues à la densité de substance sombre dans l'Univers. On peut distinguer 2 types de densité de substance sombre: Le premier type de densité est la densité de la substance sombre ayant un effet gravitationnel. Alors pour obtenir la densité moyenne de substance sombre dans l'Univers, on doit seulement prendre en compte la densité de substance sombre dans les amas On obtient alors très facilement cette densité $\rho_{mUG}(z)$ en fonction du volume de l'Univers $Vol_U(z)$, du volume total des amas $Vol_U(A)(z)$ dans l'Univers et de la densité de la substance sombre intergalactique $\rho_0(z)$ (correspondant à un décalage Cosmologique z).

$$\rho_{mUG}(z) = \rho_0(z)\frac{Vol_U(A)(z)}{Vol_U(z)} \qquad (70h)$$

Le 2^{ième} type de densité moyenne de substance sombre dans l'Univers prend en compte toute la matière sombre de l'Univers. On obtient aisément $\rho_{mU}(z)\approx\rho_0(z)=\rho_0(0)(1+z)^3$.

On peut obtenir une estimation de la masse d'un amas A de la manière suivante (Non unique) :On sait que $M_A=(4/3)\pi R_A^3\rho_{mA}$, et on a vu $\rho_{mA}\approx\rho_0(z)$, $\rho_0(z)$ densité de la substance sombre intergalactique pour un décalage Cosmologique z. On peut obtenir $\rho_0(z)$ (En m.s/a.l^3) en utilisant l'expression $M_{V.L}\approx(4/3)\pi R_{V.L}^3(3\rho_0)$ ($\rho_0=\rho_0(0)$, $M_{V.L}$ et $R_{V.L}$ masse et rayon de la Voie Lactée), puisqu'on a établi que la densité moyenne de substance sombre dans la Voie Lactée est égale à $3\rho_0$. On utilise alors les valeurs obtenues précédemment $M_{V.L}\approx1500$ milliards m.s et $R_{V.L}\approx550000$ a.l.

Pour l'amas de la Vierge A2, $R_{A2}\approx7,3$ millions a.l et pour l'amas du Coma A4, $R_{A4}\approx10$ millions a.l. On obtient $M_{A2}\approx1,1\ 10^{15}$ m.s et $M_{A4}\approx2,9\ 10^{15}$ m.s. On doit ajouter 15% pour tenir compte des halos et de la masse baryonique. M_{A4} n'est pas connu, (notre valeur est cependant en accord avec la « binding mass » admise de $8.\ 10^{14}$ m.s) mais on admet généralement que $M_{A2}\approx1,2\ 10^{15}$ m.s. On peut donc considérer que la prédiction est bonne compte tenu de nos approximations : (Les amas réels ne sont pas des amas idéaux et une incertitude de seulement 5% sur R_A et ρ_0 induit une incertitude de 25% sur M_A).

On remarque que pour obtenir le champ gravitationnel généré par la substance sombre d'un amas sur les étoiles d'une galaxie Gal, on doit considérer toute la substance sombre de l'amas et non seulement celle incluse dans Gal.

2.10 Formation des grandes structures de l'Univers.

D'après le MSC les galaxies et les étoiles et plus généralement les grandes structures de l'Univers observées aujourd'hui se sont formées à cause d'hétérogénéités de la densité de l'Univers primordial. Cependant, si on estime les hétérogénéités baryoniques de l'Univers primordial, elles sont bien insuffisantes pour expliquer les grandes structures observées aujourd'hui. Et donc on admet dans le MSC que ces hétérogénéités en densité étaient dues à la matière sombre.

D'après notre Théorie de la matière sombre, ces hétérogénéités sont dues en généralisant notre hypothèse introduite dans la section précédente:

A cause des propriétés de la substance sombre et de l'expansion de l'Univers, dans l'Univers primordial, si un point P n'appartient pas à une concentration de matière baryonique (la densité de la substance sombre étant supposée constante et la densité de la matière baryonique est elle aussi homogène presque partout), alors on doit prendre en P dans les équations Newtoniennes de la gravitation $\rho_{SN}(P)=0$ comme densité de la substance sombre et $\rho_{BN}(P)=0$ comme densité de la matière baryonique en P.

On doit prendre dans ces équations $\rho_{SN}(P)=\rho_0$, ρ_0 étant la densité réelle de la substance sombre et $\rho_{BN}(P)=\rho_B(P)$, $\rho_B(P)$ étant la densité réelle en P de la matière baryonique si P appartient à une concentration de matière baryonique.

L'hypothèse précédente amplifie donc l'effet gravitationnel des hétérogénéités de la matière baryonique, et donc pourrait être à l'origine des grandes structures de l'Univers observées aujourd'hui.

3.NOUVEAU MODELE COSMOLOGIQUE

3.1 Introduction.

Dans la partie précédente, on a exposé une théorie interprétant l'ensemble des observations astronomiques liées à la matière sombre. On a vu aussi dans la section 2.5 que le concept de substance sombre constituant la matière sombre qu'on a introduit conduisait à la possibilité d' un Univers sphérique en expansion. Dans cette 2ième partie, nous allons proposer un nouveau modèle Cosmologique basé à la fois sur la forme géométrique de l'Univers introduit dans la 1ière partie (sphérique) et sur l'interprétation physique du Référentiel de Repos du CMB (RRC). Nous verrons qu'avec ce nouveau modèle Cosmologique, on peut définir des distances qui sont totalement analogues aux distances utilisées en Cosmologie par le MSC (distance angulaire, distance luminosité, distance temps-arrière..), et aussi une constante de Hubble qui a la même signification que dans le MSC. Notons que ce nouveau modèle Cosmologique est cependant beaucoup plus simple et compréhensible que le MSC. Nous proposerons dans ce nouveau modèle Cosmologique 2 modèles mathématiques d'expansion possibles, c'est-à-dire permettant d'obtenir la valeur du décalage Cosmologique z. Le 1ier modèle est basé comme le MSC (Modèle ΛCDM) sur les équations de la Relativité Générale. Comme le MSC il nécessite l'existence d'une énergie sombre, et il donne les mêmes valeurs des distances utilisées en Cosmologie et de la constante de Hubble que celles obtenues dans le MSC. Le 2nd modèle mathématique est beaucoup plus simple, mais malgré sa grande simplicité, il donne des valeurs de la constante de Hubble et des distances Cosmologiques en excellent accord avec les observations astronomiques. De plus ce 2nd modèle mathématique a la propriété remarquable de ne pas nécessiter l'existence d'une énergie sombre. Nous verrons cependant que notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre justifie l'existence d'une énergie sombre dans l'Univers. Il apparaîtra que le nouveau modèle Cosmologique proposé demeure compatible avec la Relativité Restreinte et la Relativité Générale, car le Référentiel de Repos du CMB, sur lequel est basé notre le nouveau modèle Cosmologique, ne peut pas être détecté par les expériences en laboratoires usuelles de physique mais seulement par l'observation du CMB. Nous admettrons donc dans cette partie comme dans la précédente la validité de la Relativité Restreinte et celle de la Relativité Générale (localement) même si cela n'est pas la seule possibilité [15][16].

On a vu cependant que le 1^{ier} modèle mathématique est en accord avec les observations des anisotropies du CMB. On étudiera cependant les propriétés du 2^{nd} modèle mathématique, qu'il sera aisé de généraliser pour obtenir les propriétés du premier modèle mathématique. Le nouveau modèle Cosmologique justifiera cependant pourquoi l'Univers est plat dans le modèle ΛCDM. De plus, le 2^{nd} modèle mathématique permet d'obtenir des prédictions en bon accord avec l'observation pour z suffisament petit. Nous verrons cependant que la théorie permet d'interpréter les paramètres Cosmologiques d'expansion de l'Univers du modèle ΛCDM de même que l'énergie sombre, qui ne sera pas identifiée avec l'énergie interne de la substance sombre considérée comme un gaz parfait.

3.2 Interprétation physique du RRC. Référentiels Cosmologiques local et Universel.

On rappelle que le CMB (appelé rayonnement fossile en Français) présente un effet Doppler qui s'annule mesuré dans un Référentiel appelé Référentiel de Repos du CMB (RRC). Or ce RRC n'a pas d'interprétation physique dans le MSC. Nous allons ici en donner une interprétation physique, qui permet d'obtenir un nouveau modèle Cosmologique basé aussi sur le modèle d'Univers sphérique introduit dans la section précédente. Ce nouveau modèle Cosmologique permet de définir des variables Cosmologiques (temps Cosmologique, distances utilisées en Cosmologie, Constante de Hubble) en accord avec leur définition dans le MSC. Pour obtenir la valeur du décalage Cosmologique z, ce qui est fondamental dans notre nouveau modèle Cosmologique comme dans le MSC, notre nouveau modèle Cosmologique propose 2 modèles mathématiques d'expansion. Le 1^{ier} modèle mathématique d'expansion est basé sur la Relativité Générale comme le MSC. D'après ce 1^{ier} modèle mathématique, les variables Cosmologiques, et notamment le décalage Cosmologique z, sont données par les mêmes expressions mathématiques que dans le MSC, mais pour un Univers plat car dans le nouveau modèle d'expansion de l'Univers exposé ici, l'Univers est plat. Le $2^{ième}$ modèle mathématique possible est beaucoup plus simple. Malgré cela ses prédictions astrophysiques théoriques sont en accord avec l'observation pour z suffisament petit.

Concernant l'interprétation physique du RRC :

-Premièrement il est naturel qu'en tout point de l'Univers on puisse définir un RRC. On peut supposer alors qu'ils ont tous des axes respectivement parallèles.

-Deuxièmement on peut penser que le RRC permet de définir très simplement le temps Cosmologique, identifié à l'âge de l'Univers. La définition la plus simple serait que le temps des RRC, c'est-à-dire donné par des horloges immobiles dans le RRC, soit le temps Cosmologique. Et on verra que cette hypothèse très simple est en accord avec les observations astrophysiques. En effet, cette hypothèse entraîne que le temps Cosmologique est identique avec une très bonne approximation au temps de notre terre. En effet supposons que le temps Cosmologique est le temps du RRC. On appellera alors le RRC *Référentiel local Cosmologique* et on le désignera par R_{LC}. Considérons une Horloge H_S donnant le temps du Référentiel inertiel R_S lié au soleil et V_S la vitesse de R_S par rapport à R_{LC}. D'après la Relativité Restreinte, les transformations entre R_S et R_{LC} sont les transformations de Lorentz et donc si T_S est un temps mesuré par H_S correspondant à un temps cosmologique T_C de R_{LC} on a $T_S=T_C(1-V_S^2/c^2)^{1/2}$. Et donc dans le cas où $V_S<<c$, (Ce qui est le cas puisqu'on sait que V_S est de l'ordre de 300km/s) on a $T_S\approx T_C$. Et donc le temps donné par le Référentiel lié au soleil (et donc celui donné par les horloges de notre terre) est approximativement égal au temps Cosmologique. On remarque qu'il est donc complètement impossible que localement tous les Référentiels inertiels (avec des transformations de Lorentz entre eux) donnent le temps Cosmologique (âge de l'Univers) et donc il n'était pas du tout évident que le temps de notre système solaire soit le temps Cosmologique.

-Troisièmement on sait que d'après la Relativité Restreinte, la vitesse d'un photon dans le RRC où il se trouve se conserve, en vecteur et en norme. On appellera *vitesse locale* cette vitesse. Le problème est l'évolution de cette vitesse locale lorsque le photon voyage dans l'Univers. Il est clair que l'hypothèse la plus simple et la plus naturelle est que cette vitesse locale se conserve, le photon voyageant dans tout l'Univers, et donc se trouvant dans de nombreux RRC différents. Là encore on verra que cette hypothèse très simple conduit à des résultats en accord avec l'observation. En

particulier on verra qu'elle permet de justifier très simplement l'effet prédit par le MSC (et illustré par l'observation) de l'expansion de l'Univers sur les longueurs d'onde des photons et la distance entre 2 photons de vitesse parallèle.

Ainsi, on exprime les propriétés physiques précédentes dans le Postulat 3 suivant :

Postulat 3 :

a)En tout point de l'Univers on peut définir un RRC. On suppose que les RRC ont des axes respectivement parallèles.

b)Le temps Cosmologique (identifié à l'âge de l'Univers), est donné par les horloges des RRC.

c)La *vitesse locale* d'un photon, c'est-à-dire mesurée dans le RRC dans lequel il se trouve, se conserve en vecteur et en norme, le photon voyageant dans tout l'Univers.

Etant donné son importance en Cosmologie, on appellera aussi le RRC *Référentiel Cosmologique local*.

A cause du Postulat 3b) puisque le Référentiel inertiel lié au soleil R_S est animé d'une vitesse $v_S<<c$ par rapport au RRC, le temps de ce Référentiel R_S, obtenu par la Relativité Restreinte, est très proche du temps du RRC qui est le temps Cosmologique, ce qui est en accord avec l'observation. Donc le Postulat 3b) justifie que le temps de R_S peut être identifié au temps Cosmologique ce qui n'avait à priori rien d'évident. On remarque que d'après les observations astronomiques, localement (C'est-à-dire prés de la Voie Lactée), les vitesses locales des galaxies et des étoiles (c'est-à-dire les vitesses mesurées dans le RRC) sont petites devant c. Ceci entraîne donc que localement prés de la Voie Lactée, toutes les étoiles donnent un temps proche du temps Cosmologique, à cause du Postulat 3b).

Il est naturel de supposer que la propriété précédente peut être généralisée à tout l'Univers, et donc on obtient que le temps donné par toutes les étoiles de l'Univers (et toutes les planètes) sont tous très proches du temps Cosmologique.

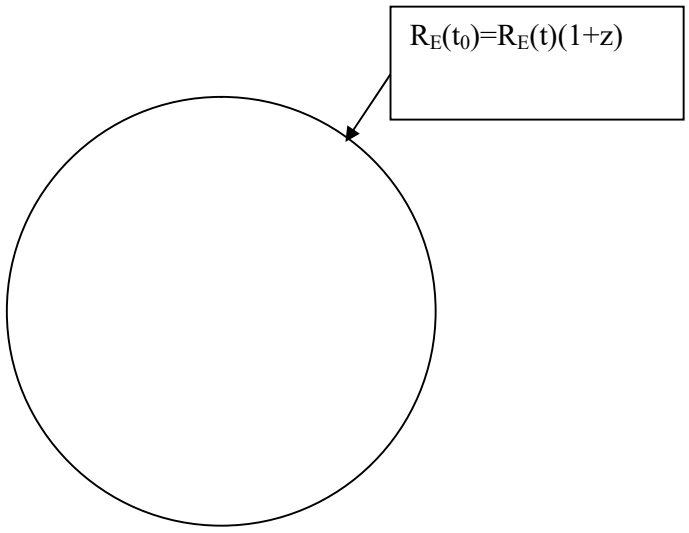


Figure 3:Le modèle sphérique de l'Univers en expansion .

Il nous faut maintenant définir complètement les RRC. On a vu dans la section précédente que l'Univers devait être d'un volume fini, et on supposera que ce volume est une sphère de centre O. On rappelle cependant qu'on peut généraliser ce qui va suivre pour de nombreux modèles d'Univers fini, avec des frontières .On suppose donc que l'Univers est une sphère en expansion de centre O, et que le rayon de cette sphère est noté $R_E(t)$ (Ou $R_U(t)$), t étant le temps Cosmologique. En accord avec le MSC, on suppose $R_E(t_0)=R_E(t)(1+z)$, 1+z étant le facteur d'expansion de l'Univers entre t et t_0. Nous verrons plus loin comment obtenir 1+z.

Pour définir complètement les RRC, on introduit un nouveau type de Référentiel R_C, appelé *Référentiel Cosmologique Universel)*, ayant son origine en O. Ce Référentiel Cosmologique Universel R_C sera utilisé pour définir les variables Cosmologiques. En particulier, on définit le temps de ce Référentiel R_C comme le temps Cosmologique des RRC. De plus, on suppose que ses axes sont respectivement parallèles à ceux des RRC et que localement, il donne les mêmes distances que les RRC. Cependant le Référentiel R_C a des axes permettant de mesurer toutes les distances entre 2 points quelconques de l'Univers, alors que les RRC ne définissaient que des distances locales. On verra qu'on peut exprimer toutes les distances Cosmologiques classiques (Notamment les différents types de distances utilisées en Cosmologie comme la distance comobile, la distance luminosité, la distance angulaire…) en fonction des distances dans R_C , du temps de R_C (Temps Cosmologique) et du décalage spectral dû à l'expansion z.

Nous allons maintenant définir des points particuliers très importants du Référentiel Cosmologique R_C, appelés *points comobiles* de la sphère en expansion.

On suppose que P(t) est un point de la surface de la sphère enflant, t, temps Cosmologique, **OP**(t) demeurant dans la même direction **u**, **u** vecteur de R_C.

Un point comobile A(t) de la sphère en expansion est défini par :

-A(t) demeure sur le segment [O,P(t)].
-OA(t)=aOP(t), a étant une constante appartenant à [0,1] (71)

Et donc en particulier O et P(t) sont des points comobiles de la sphère en expansion. De plus, si A(t) et B(t) sont 2 points comobiles appartenant tous 2 à un rayon [O,P(t)], si t_1 et t_2 sont 2 âges de l'Univers, si $1+z=OP(t_2)/OP(t_1)$ (1+z est le facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_2) alors on obtient immédiatement les 2 relations entre les 2 points comobiles:

$$A(t_2)B(t_2)=(1+z)A(t_1)B(t_1) \quad (72)$$

Et :

$$[A(t_2),B(t_2)]//[A(t_1),B(t_1)] \quad (73)$$

(On note classiquement, P,Q étant 2 points de R_C, PQ est la distance mesurée dans R_C, [P,Q] est le segment d'extrémités P et Q, et (P,Q) est la droite contenant P et Q)

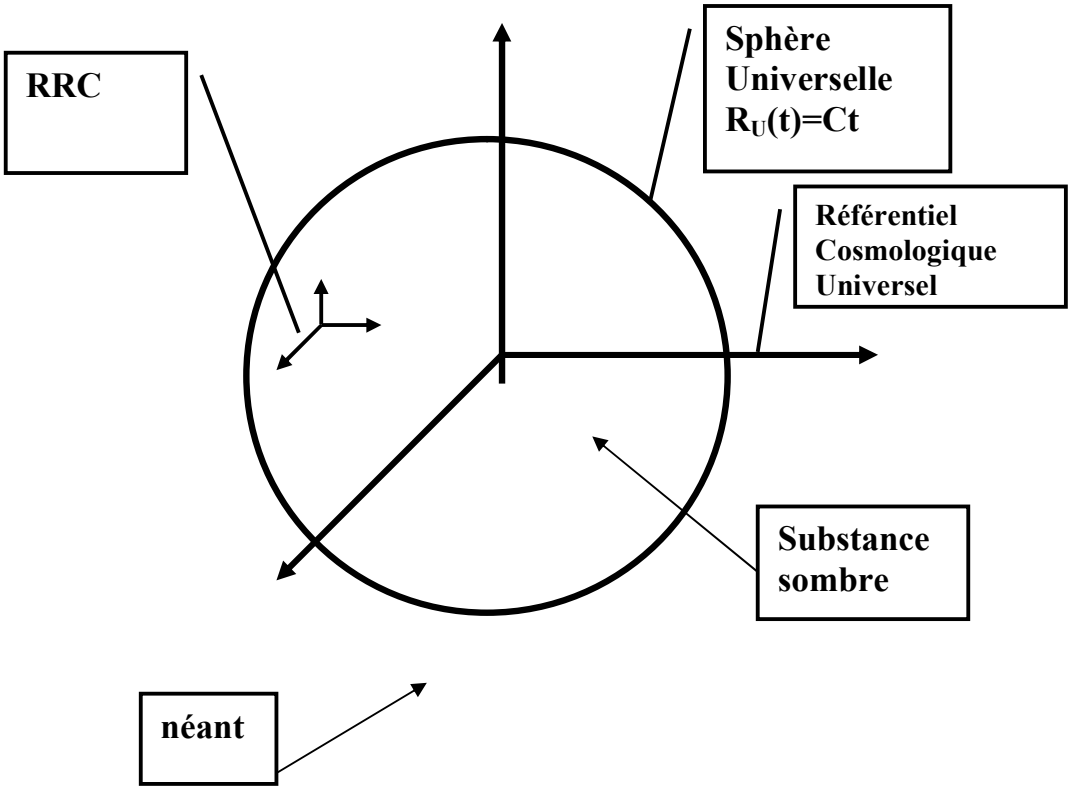


Figure 4 :Nouveau modèle Cosmologique. ($R_U(t)=C\sinh^{2/3}(t/t_\Lambda)$ dans le 1^{ier} modèle).

Nous allons montrer qu'utilisant le Théorème de Thalès, on obtient les 2 précédentes relations (72) et (73) A(t) et B(t) étant n'importe quelle paire de points comobiles de la sphère enflant (définis par les relations (71)), n'appartenant pas nécessairement au même segment [O,P(t)].

Considérons 2 points comobiles quelconques (distincts de O) $A(t_1)$ et $B(t_1)$, à un temps Cosmologique t_1. On suppose que A(t) appartient au segment [O,P(t)], P(t) appartenant à la surface de la sphère en expansion, et de même B(t) appartient au segment [O,Q(t)].

t_2 étant un temps Cosmologique supérieur à t_1, d'après les relations (71), $O,B(t_1)$ et $B(t_2)$ sont alignés, de même que $O,A(t_1)$ et $A(t_2)$. On considère alors le triangle $(O,A(t_2),B(t_2))$. Dans ce triangle, d'après les relations (71), 1+z étant le facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_2:

$$OA(t_2)/OA(t_1)=OP(t_2)/OP(t_1)=1+z \qquad (74)$$

De même :

$$OB(t_2)/OB(t_1)=1+z \qquad (75)$$

Donc :

$$OA(t_2)/OA(t_1)=OB(t_2)/OB(t_1) \qquad (76)$$

Appliquant la réciproque du Théorème de Thalès au triangle $(O,A(t_2),B(t_2))$ on obtient bien les relations (72) et (73):

$$A(t_2)B(t_2)=(1+z)A(t_1)B(t_1) \qquad (77)$$

$$[A(t_2),B(t_2)]//[A(t_1),B(t_1)] \qquad (78)$$

Les propriétés précédentes, valables pour tout couple de points comobiles, sont très remarquables et très importante dans le nouveau modèle d'expansion proposé par notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre.

On remarque que si A(t) est un point comobile d'un segment [O,P(t)], d'après les relations (71), si $V_P(t)$ est la vitesse de P(t) mesurée dans le Référentiel Cosmologique Universel R_C et $V_A(t)$ celle de A(t), avec les mêmes notations que dans la relation (71) on obtient :

$$V_A(t)=aV_P(t) \qquad (79a)$$

L'introduction du concept de points comobiles de la sphère en expansion définis par les relations (71) permet de compléter la définition des RRC, dans le Postulat 4 suivant :

Postulat 4 :

a)L'Univers est une sphère en expansion.

b)Les origines des Référentiels Cosmologiques locaux (RRC) sont les points comobiles de la sphère en expansion.

Il nous faut maintenant montrer comment on obtient dans le nouveau modèle cosmologique d'expansion de l'Univers le facteur d'expansion 1+z. Nous allons proposer 2 modèles mathématiques possibles, à l'intérieur du nouveau modèle cosmologique d'expansion de notre théorie, permettant d'obtenir 1+z. Les 2 modèles mathématiques sont différents et ne donnent pas la même expression de 1+z. Cependant, on verra que tous deux sont approximativement en bon accord avec les observations astronomiques pour $z<12$. Déterminer le modèle qui a les prédictions les plus proches des observations expérimentales sera un élément pour déterminer le meilleur d'entre les 2 modèles.

Dans le 1^{ier} modèle mathématique d'expansion de l'Univers , 1+z est obtenu comme dans le MSC, pour un Univers plat: On applique les équations de la Relativité Générale, supposant que la densité de matière sombre, baryonique et d'énergie sombre ont la même valeur que dans le MSC et sont homogènes dans tout l'Univers et que l'Univers est plat. Et donc dans ce 1^{ier} modèle mathématique le facteur d'expansion 1+z est identique à celui obtenu dans le MSC pour un Univers plat. La conséquence de ceci est que le 1^{ier} modèle mathématique prédit des distances utilisées en Cosmologie et une constante de Hubble identiques à celles prédites par le MSC, pour un observateur situé suffisamment loin des frontières de l'Univers. Notre modèle Cosmologique avec le 1^{ier} modèle mathématique d'expansion est donc très proche du MSC, mais il donne la nature de l'énergie sombre et de la matière sombre utilisées dans le MSC et de plus interprète le Référentiel de repos du rayonnement fossile.

Cependant, à priori, il est possible que le facteur d'expansion 1+z de l'Univers ne soit pas obtenu par les équations de la Relativité Générale. Il est possible que tout comme la vitesse de la lumière, la vitesse $V_E(t)$ des frontières de l'Univers mesurée dans le Référentiel Universel Cosmologique R_C (définie par $V_E(t)=d(R_E(t))/dt$, t temps Cosmologique) soit égale à une constante C. A priori, C n'a aucune raison d'être égale ou inférieure à la vitesse de la lumière c. En effet c'est seulement la vitesse locale des photons qui est égale à c (en norme). Et donc dans le 2nd modèle mathématique, la vitesse des frontières de la sphère mesurée dans R_C est égale à une constante C. (Nous verrons plus loin comment donner une limite inférieure à C). Alors si P(t) est toujours un point comobile de la surface de la sphère, on a OP(t)=Ct. Et donc on a une expression très simple du facteur d'expansion 1+z : Entre t et t_0 ($t<t_0$), le facteur d'expansion 1+z est donné par :

$$1+z=(Ct_0)/(Ct)=t_0/t \qquad (79b)$$

Dans le 1^{ier} modèle mathématique, (Modèle ΛCDM), on rappelle qu'on a avec des notations conventionnelles [(7)] :

$(1+z)^{-1}=(\Omega_m/\Omega_\Lambda)^{1/3}\sinh^{2/3}(t/t_\Lambda)$, avec $t_\Lambda=2/(3H_0\Omega_\Lambda{}^{1/2})=2/(3\Lambda)^{1/2}$ et donc $R_{UM1}(t)=C\sinh^{2/3}(t/t_\Lambda)$.

On a vu que les observations des anisotropies du CMB était en accord avec le 1^{ier} modèle mathématique.

Dans notre nouveau modèle d'expansion de l'Univers on peut montrer que tout comme dans le modèle d'expansion du MSC, si 2 photons ph1 et ph2 se déplacent dans la même direction sur la même droite en direction de O origine de R_C, alors entre les temps Cosmologiques t_1 et t_2, la distance entre les 2 photons et la longueur d'onde de chaque photon s'accroissent du facteur d'expansion entre t_1 et t_2 1+z. Ceci étant vrai dans les 2 modèles mathématiques d'expansion. Nous verrons plus loin qu'il est possible de remplacer O par n'importe que point comobile O' de la sphère en expansion

En effet considérons 2 photons ph1 et ph2. On prendra les notations suivantes : Au temps Cosmologique t ph1 se trouve au point ph1(t) de R_C et ph2 au point ph2(t) de R_C. On suppose aussi qu'au temps Cosmologique t_1 ph1(t_1) coïncide avec le point comobile $A_1(t_1)$ et ph2(t_1) avec le point comobile $A_2(t_1)$. On suppose donc qu'il existe un vecteur unitaire **u** de R_C tel que $A_1(t_1)$ et $A_2(t_1)$ appartiennent au même segment [O,P(t)] avec (O,P(t)) parallèle à **u** et que les vitesses locales de ph1 et ph2 sont identiques et égales à **c**=c**u**.

Soit 1+dz le facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_1+dt. On a alors, d'après les propriétés des points comobiles (77) :

$A_1(t_1+dt)A_2(t_1+dt)=(1+dz)A_1(t_1)A_2(t_1)=(1+dz)\ ph_1(t_1)ph2(t_1)$ (79c)

De plus puisque la vitesse locale des photons est égale à c (Postulat 3):

$A_1(t_1+dt)ph1(t_1+dt)=A_2(t_1+dt)ph2(t_1+dt)=cdt$ (79d)

D'après les propriétés exprimées dans l'équation (77) des points comobiles, les vitesses locales de ph1(t) et ph2(t) étant aussi parallèles à **u**, on a donc O, $A_1(t_1+dt)$, ph1(t_1+dt), $A_2(t_1+dt)$, ph2(t_1+dt) sont alignés sur la même droite que O,$A_1(t_1)$ et $A_2(t_1)$ (de direction **u**) et on suppose de plus qu'ils sont rangés dans cet ordre. On a alors :

$ph1(t_1+dt)ph2(t_1+dt)=A_1(t_1+dt)ph2(t_1+dt)-A_1(t_1+dt)ph1(t_1+dt)$ (79e)

$ph1(t_1+dt)ph2(t_1+dt)=A_1(t_1+dt)A_2(t_1+dt)+ A_2(t_1+dt)ph2(t_1+dt)-A_1(t_1+dt)ph1(t_1+dt)$

Et donc d'après l'équation (79d) :

$ph1(t_1+dt)ph2(t_1+dt)=A_1(t_1+dt)A_2(t_1+dt)$ (79f)

Et donc d'après l'équation (79c) :

$ph1(t_1+dt)ph2(t_1+dt)=(1+dz)ph1(t_1)ph2(t_1)$ (80a)

Et donc entre t_1 et t_1+dt la distance entre les photons ph1(t_1) et ph2(t_1) s'accroît du facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_1+dt noté 1+dz. Il en résulte qu'entre t_1 et t_2 la distance entre les 2 photons d'accroît du facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_2 1+z. On a donc montré que pour les photons considérés ph1(t) et ph2(t):

$ph1(t_2)ph2(t_2)=(1+z)ph1(t_1)ph2(t_1)$ (80b)

Pour montrer l'effet de l'expansion sur la longueur d'onde du photon, on procède comme précédemment : On modélise le photon ph1 comme un système dont les extrémités sont 2 points mobiles a(t) et b(t), la distance a(t)b(t) étant la longueur d'onde du photon. ph1(t) appartenant comme précédemment à un segment [O,P(t)], avec (O,P(t)) parallèle au vecteur unitaire u et la vitesse locale de ph1(t) étant **c**=c**u**. On suppose alors que pour tout photon ph1(t), a(t) et b(t) ont des vitesses locales identiques égales à la même vitesse locale **c**, et que a(t) et b(t) appartiennent aussi à [O,P(t)]. On

procède alors exactement avec a(t) et b(t) comme pour ph1(t) et ph2(t). On obtient donc dans notre nouveau modèle d'expansion, $\lambda(t)$ était la longueur d'onde d'un photon au temps Cosmologique t, une relation analogue à (80b) :

$$\lambda(t_2)=(1+z)\lambda(t_1) \qquad (80c)$$

On rappelle que les relations (80b)(80c) étaient aussi valides dans le modèle d'expansion du MSC. C'est à cause de la relation précédente (80c), valide pour tout photon d'après notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre, qu'on utilise la notation 1+z pour représenter le facteur d'expansion de l'Univers. On rappelle que dans la ralation (80c), $\lambda(t_1)$ et $\lambda(t_2)$ doivent être mesurées dans le Référentiel Cosmologique local (Référentiel de Repos du CMB) dans lequel se trouve le photon et qui donne aussi les distances dans le Référentiel Cosmologique R_C d'après la définition de R_C.

On peut montrer plus généralement de façon analogue que si on suppose simplement que ph1 et ph2 ont la même vitesse locale en vecteur (ph1(t) et ph2(t) n'appartenant pas nécessairemnt à la même droite passant par le point O), alors entre 2 temps Cosmologiques t_1 et t_2 la distance entre ph1(t) et ph2(t) mesurée dans R_C s'accroît du facteur d'expansion 1+z entre t_1 et t_2, (Comme dans l'équation (80c)) et de plus on a la relation $(ph1(t_2),ph2(t_2))//(ph1(t_1),ph2(t_1))$.

On remarque que pour point comobile O'(t) on peut définir un Référentiel Cosmologique R_C'd'origine O'(t), dont le temps est le temps Cosmologique, c'est-à-dire celui du Référentiel Cosmologique Universel R_C dont les axes sont parallèles à ceux de R_C et qui donne les mêmes distances entre 2 points (à un temps Cosmologique donné t) que le Référentiel R_C. On appellera R_C' *Référentiel Cosmologique Universel secondaire*.

Alors si A(t) est un point comobile quelconque, t_1 et t_2 étant 2 temps Cosmologiques, d'après les propriétés des points comobiles (72)(73), si 1+z est le facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t_2 :

$$O'(t_2)A(t_2)=(1+z)O'(t_1)A(t_1)$$

$$(O'(t_2),A(t_2))//(O'(t_1),A(t_1)) \qquad (81)$$

Et donc $(O'(t_1), A(t_1))$ et $(O'(t_2),A(t_2))$ sont dans la même direction d'un vecteur **u** de R_C'.

Et donc les relations (71) (72)(73) demeurent valides, remplaçant R_C par R_C' et O par O'(t). P(t) est toujours un point de frontière de la sphère en expansion mais on n'a plus $O'P(t)=R_E(t)$.

Et donc on aurait pu définir les points comobiles dans R_C' de la même façon que dans R_C. Et donc les expressions des distances utilisées en Cosmologie et de la Constante de Hubble sont obtenues dans R_C' de la même façon que dans R_C.

On verra qu'on ne peut pas observer tout l'Univers de O' (Ce qui était aussi le cas dans le MSC) et que si O' est suffisamment éloigné des frontières de l'Univers, alors l'Univers observé de O' est approximativement identique à l'Univers observé de O.

3.3 Loi de Hubble-Distances utilisées en Cosmologie.

On garde les notations de la section précédente, R_C est le Référentiel Cosmologique d'origine O, centre de l'Univers sphérique. (On rappelle qu'on peut généraliser ceci en remplaçant R_C par un autre Référentiel Cosmologique R_C'ayant comme origine un autre point comobile O'). Supposons qu'un photon est émis d'un astre S en un point comobile $Q(t_E)$ à un temps Cosmologique t_E dans la direction de O et arrive au temps actuel t_0 en O. On suppose que le facteur d'expansion entre t_E et t_0 est égal à $1+z_0$.

Entre t et t+dt, on sait que le photon parcourt la distance locale cdt. Et donc entre t_E et t_0 la somme des distances locales parcourues sera :

$D_T=c(t_0-t_E)$. (82)

On appellera cette distance D_T, puisqu'elle a la même expression que dans le MSC, de son nom dans le MSC, c'est à dire la « distance temps-arrière » à $Q(t_E)$ car elle permet d'évaluer le temps Cosmologique s'étant écoulé depuis l'émission du photon de S.

Dans le 2nd modèle mathématique d'expansion de l'Univers défini dans la section précédente, on obtient très simplement la loi de Hubble en utilisant la distance temps- arrière définie précédemment :

En effet, d'après ce 2nd modèle et l'équation (79b), $1+z_0$ étant le facteur d'expansion de l'Univers entre t_E et t_0 :

$1+z_0=(Ct_0)/(Ct_E)=t_0/(t_0-D_T/c)$. (83a)

Quand $D_T/ct_0<<1$ on obtient $z_0=D_T/ct_0$ et donc la constante de Hubble est égale à $1/t_0$. L'équation précédente (83a) est très simple et peut facilement être vérifiée. Ainsi, pour t_0=15 milliards d'années, on obtient que pour z_0=0.2, D_T=2.4, pour z_0=0,3, D_T=3,3, pour z_0=0.5, D_T=5 milliards d'années et pour z_0=9 on obtient D_T=13.5 milliards d'années.

Actuellement, 2 modèles existent pour l'obtention de la Constante de Hubble H : Le 1ier modèle, utilisant des chandelles standards constituées par des supernovae et le modèle ΛCDM conduit à obtenir une première valeur de H H=73km/sMpc^{-1} (21). Le 2nd modèle, utilisant le rayonnement fossile, conduit à obtenir une 2ième valeur de H H=67 km/sMpc^{-1} (22). Le 2nd modèle mathématique, avec $R_U(t)=Ct$ conduit à obtenir $t_0=1/H$. La 2ième valeur de H conduit à obtenir t_0=14,4 milliards d'années, ce qui est acceptable, et la 1ière t_0=13,4 milliards d'années ce qui n'est pas acceptable compte tenu de l'âge des plus vieilles étoiles. Une explication serait $R(t)=Ct^{\alpha}$, avec $t_0=\alpha/H$. Si α=1,05, t_0=14 milliards d'années. Cependant, dans le 2nd modèle mathématique d'expansion de l'Univers les expressions des distances Cosmologiques ne sont pas les mêmes que dans le modèle ΛCDM. Et donc le 1ier modèle d'obtention de H n'est pas valide dans le 2nd modèle mathématique d'expansion de l'Univers. Il sera intèressant d'obtenir H dans le 2nd modèle mathématique d'expansion et de la comparer avec celle obtenue par le 1ier modèle basé sur le rayonnement fossile. Dans ce qui suit on prendra le modèle mathématique le plus simple $R_U(t)=Ct$ mais il est clair qu'on pourra généraliser les prédictions obtenues aux autres modèles mathématiques, et que dans le 1ier modèle mathématique d'expansion de l'Univers proche du MSC ces prédictions seront en général identiques à celles du MSC, considérant des points au repos dans leur Référentiel local Cosmologique associé. En effet, on a vu que 1+z était le même dans le 1ier modèle mathématique d'expansion de l'Univers que dans le modèle ΛCDM et on verra plus loin que c'est aussi le cas pour les distances Cosmologiques. Il en résulte que les prédictions de H et de l'âge de l'Univers t_0 sont les mêmes dans le 1ier modèle mathématique d'expansion de l'Univers et dans le modèle ΛCDM.

On suppose toujours qu'un photon est émis d'un astre S en un point comobile $Q(t_E)$ à un âge de l'Univers t_E et arrive à l'origine O du Référentiel Cosmologique Universel R_C à l'âge actuel de l'Univers t_0 . On a vu dans la section 3.2 que l'on pouvait supposer que la vitesse locale de S était petite devant c, de la même façon que les vitesses locales des étoiles proches de notre galaxie (C'est-à-dire mesurées dans le Référentiel de Repos du CMB local), étaient petites devant c. Et donc si le photon émis de S au temps t_E possède la longueur d'onde λ_0 mesurée dans le Référentiel inertiel lié à S, et si ce photon atteint au temps t_0 une planète T très proche de O, T ayant une vitesse locale très petite devant c, alors si $\lambda_T(t_0)$ est la longueur d'onde de ce photon mesurée dans le Référentiel inertiel lié à la planète T (au temps t_0), d'après l'équation (80c), $1+z_0$ étant le facteur d'expansion de l'Univers entre t_E et t_0 :

$\lambda_T(t_0)\approx\lambda_0(1+z_0)$ (83b)

On peut définir les autres types de distances utilisées en Cosmologie de façon analogue au MSC. On a vu (Equation (82)) qu'on pouvait exprimer la distance temps-arrière par l'expression :

$$D_T = \int_{tE}^{t0} cdt \qquad (84)$$

La distance locale parcourue par le photon entre t et t+dt est d'après le Postulat 3 égale à cdt. Cette distance locale, considérée comme distance entre 2 points comobiles, s'accroît d'un facteur 1+z entre t et t_0, 1+z étant le facteur d'expansion de l'Univers entre t et t_0, d'après la relation (79b).

En complète analogie avec le MSC, on appelle *distance comobile* entre O et Q(t) la distance entre $Q(t_0)$ et $O(t_0)$ mesurée dans le Référentiel Cosmologique Universel R_C, qui est la somme de toutes les distances locales cdt accrues d'un facteur 1+z. Soit D_C cette distance :

$$D_C = \int_{tE}^{t0} c(1+z)dt \qquad (85)$$

De cette expression on définit la *distance-luminosité* D_L entre O et $Q(t_0)$ et la *distance angulaire* D_A entre O et $Q(t_E)$ en complète analogie avec leurs définitions dans le MSC :

$$D_L=(1+z_0)D_C \qquad (86a)$$

$$D_A=D_C/(1+z_0) \qquad (86b)$$

La distance D_A apparaît comme la distance mesurée dans R_C entre O et $Q(t_E)$. En complète analogie avec le MSC elle permet d'obtenir des angles dans R_C.

La distance D_L apparaît comme étant obtenue en mesurant le flux de luminosité émis par une supernova en tenant compte de l'effet de l'expansion sur la longueur d'onde des photons et sur la distance entre les photons. On a vu dans la section 3.2 (Equations (80b)(80c)) que cet effet prévu dans le MSC était aussi vrai dans notre modèle d'Univers fini en expansion.

Les expressions mathématiques des distances Cosmologiques (85)(86a))(86b) qu'on a données sont équivalentes à celles prédites dans le MSC, dans le cas d'un Univers plat.

Dans le 1ier modèle mathématique d'expansion de notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre, puisque 1+z a la même expression mathématique que dans le MSC, ces distances utilisées en Cosmologie ont des expressions identiques à celles du MSC. Et donc on obtient aussi une constante de Hubble identique. Dans ce modèle, on obtient t(z) et z(t) par l'équation différentielle $ct'(z)=d_H/((1+z)E(z))$ (Notations conventionnelles, $d_H=c/H_0$, $E(z)=H(z)/H_0$) avec la condition $t(0)=t_0$.

Dans notre 2nd modèle mathématique d'expansion de l'Univers, ces expressions sont beaucoup plus simples. D'après les équations (79b) et (85), on a dans ce 2nd modèle :

$$D_C = \int_{tE}^{t0} c(1+z)dt = \int_{tE}^{t0} c(t_0/t)dt \qquad (87)$$

On obtient donc finalement l'expression très simple de la distance comobile:

$$D_C=ct_0\mathrm{Log}(t_0/t_E)=ct_0\mathrm{Log}(1+z_0). \qquad (88a)$$

Là encore on peut vérifier que cette expression est en accord avec les observations astronomiques pour z<12. On déduit facilement de l'équation précédente une expression très simple, dans ce 2nd modèle mathématique, des distances D_L et D_A (Equations (86). On remarque que dans ce 2nd modèle mathématique d'expansion, d'après les expressions précédentes, on a comme dans le MSC, pour $z_0<<1$:

$$D_C \approx D_T \approx D_A \approx D_L \approx cz_0 \qquad (88b)$$

On sait que dans le 2nd modèle mathématique, la vitesse d'un point comobile quelconque Q(t) mesurée dans le Référentiel Cosmologique Universel R_C est constante (D'après l'équation (79a) avec $V_P(t)=C$, par définition du 2nd modèle mathématique d'expansion de l'Univers). Soit V_Q cette vitesse. Alors la distance mesurée dans R_C entre O et $Q(t_0)$ (qu'on a aussi appelé distance comobile D_C)entre O et $Q(t_0)$) est aussi égale à $V_Q t_0$. Et donc, d'après l'équation (88a) :

$$V_Q = cLog(1+z_0) \qquad (89)$$

On peut interpréter dans notre modèle d'expansion de l'Univers exposé plus haut l'observation de l'explosion d'une supernova de la même façon que pour le MSC en tenant compte de l'effet de l'expansion sur la longueur d'onde des photons et sur la distance entre les photons. On a vu dans la section 3.2 que cet effet prévu dans le MSC était aussi vrai dans notre modèle d'expansion (Equations (80b)(80c)). On interprète donc les observations astronomiques concernant l'explosion d'une supernova exposées dans l'article [18].

3.4 Limites Cosmologiques de l'Univers observable.

Dans notre modèle d'Univers fini en expansion on ne peut pas, comme c'était aussi le cas dans le MSC, observer l'Univers (Par l'observation des galaxies) avant un temps Cosmologique donné t_{OU}. Ceci entraîne que si on observe l'Univers d'un point $O'(t_0)$ suffisamment loin des frontières de l'Univers, t_0 âge actuel de l'Univers, l'Univers observable est isotrope et de plus les frontières de l'Univers ne peuvent être observées de $O'(t_0)$. Dans cette section nous allons montrer comment obtenir ce temps t_{OU} dans notre modèle d'Univers fini en expansion, et plus précisément d'après notre 2nd modèle mathématique d'expansion, beaucoup plus simple que le 1ier modèle mathématique basé comme celui du MSC sur la Relativité Générale. On doit procéder de façon analogue, juste en modifiant les expressions mathématiques, pour obtenir t_{OU} d'après le 1ier modèle mathématique d'expansion de l'Univers.

On conserve dans notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre l'hypothèse admise dans le MSC d'un âge sombre de l'Univers durant lequel la lumière ne peut se propager dans l'Univers. Soit t_D la fin de cet âge sombre. Il est évident que t_{OU} doit être supérieur à t_D. De plus, les galaxies ne peuvent être observées avant le temps Cosmologique t_G ou apparaissent les premières galaxies. Il existe une autre limite d'observation pour l'Univers dans notre modèle d'Univers fini en expansion. Ceci est très clair dans notre second modèle :

D'après l'équation (89), puisque V_Q est forcément inférieure à C, on a :

$$C \geq cLog(1+z_0) \qquad (90)$$

Et donc avec les notations de la section précédente:

$$t_0/t_E = 1+z_0 = \leq \exp(C/c) \qquad (91)$$

Ce qui veut dire que l'Univers ne pourra être observé avant le temps t_I défini par (On rappelle que t_0 est l'âge actuel de l'Univers) :

$$t_I = t_0 \exp(-C/c) \qquad (92)$$

Donc d'aprés notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre, t_{OU} , temps Cosmologique minimal pour que l'Univers puisse être observé, est le temps Cosmologique le plus grand entre t_D,t_G et t_I. De plus si $t_{OU} > t_I$, on ne peut observer les frontières de l'Univers de O.

Notons que l'équation (90) permet de donner une limite inférieure à la constante C du 2nd modèle mathématique d'expansion: Puisqu'on a mesuré des décalages spectraux z=10, cela veut dire que C>2,3c. Si on prend C=10c, on obtient t_I de l'ordre de 1million d'années.

On doit utiliser une méthode analogue pour obtenir n'est pas située en O mais en un autre point comobile O'(t). Alors seulement t_I est modifié, dépendant de la distance minimale de O'(t) aux frontières de l'Univers.

3.5 Cosmic Microwave Background.

De la même façon que dans le MSC, on admet l'apparition d'un CMB (appelé « rayonnement fossile » en Français) à un temps Cosmologique proche du Big-Bang (Le Big-Bang correspondant à un temps Cosmologique égal à 0). De la même façon que dans le MSC, en tenant compte de l'effet de l'expansion sur la longueur d'onde des photons et sur la distance entre les photons (On a vu dans la section 3.2 que cet effet prévu dans le MSC était aussi vrai dans notre modèle d'expansion (Equations (80b)(80c)), on obtient dans le modèle d'expansion de notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre que si ce rayonnement fossile apparaît au temps Cosmologique t_{iRF}, correspondant à la température initiale du rayonnement fossile T_{iRF}, alors en un temps Cosmologique t supérieur à t_{iRF}, si le facteur d'expansion entre t_{iRF} et t est égal à 1+z, alors le rayonnement fossile à t est celui d'une température $T_{R.F}(t)=T_{iR.F}/(1+z)$. (Ceci est obtenu de la même façon que dans le MSC, puisque la densité de photons est divisée par $(1+z)^3$, puisque le rayon de l'Univers $R_E(t)$ s'accroît d'un facteur 1+z, et que la longueur d'onde des photons s'accroît d'un facteur 1+z (Equation (80c)). Et donc notre modèle est en accord avec l'observation CMB correspondant à un grand décalage spectral z [(3)].

Si on admet qu'à l'apparition du rayonnent fossile ($z\approx1100$), la température de ce rayonnement était égale à celle de la substance sombre emplissant l'Univers, on obtient l'isotropie observée actuellement de ce rayonnement fossile, sans introduire le phénomène d'inflation, car on a admis que la substance sombre intergalactique était homogène en température.

La grande nouveauté de notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre concernant le CMB, est que d'après cette interprétation, le Référentiel de Repos du CMB est totalement défini, ainsi que ses propriétés physiques, qui apparaissent comme étant fondamentales. Et que les propriétés physiques admises dans notre interprétation physique du RRC donnent des prédictions en accord avec les observations astrophysiques. Comme on l'a vu dans notre Introduction, on interprète dans notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre les anisotropies du CMB de la même façon que dans le MSC.

Il est important de se demander ce que devient un photon arrivant sur les frontières de l'Univers. Il pourrait être absorbé, mais cela n'est pas la seule hypothèse possible. L'hypothèse la plus simple serait qu'il soit réfléchi, en prenant une vitesse locale opposée (en vecteur) à celle qu'il avait en atteignant la frontière. Avec cette dernière hypothèse on pourrait s'attendre à voir les images réfléchies de galaxies sur les frontières de l'Univers. Mais on a plusieurs explications possibles au fait que cela ne soit pas le cas :

Supposons que t_0 soit l'âge actuel de l'Univers, t_I le temps Cosmologique le plus petit de l'Univers qu'on peut observer à cause de la finitude de l'Univers (voir la section 3.4), t_G le temps absolu où les galaxies sont apparues, et t_D la fin de l'âge sombre, c'est-à-dire de l'âge de l'Univers où la lumière des galaxies n'était pas transmise. On sait que t_D est de l'ordre du milliard d'années et t_0 de 15 milliards d'années. t_G est aussi de l'ordre du milliard d'années.

On obtient facilement que si $t_G>t_I$ ou $t_I<t_D$ alors on ne peut observer la réflexion d'images de galaxies sur les frontières de l'Univers. En effet dans le 1^{ier} cas les photons réfléchis arrivent en O après t_0, et dans le 2^{ième} cas les photons réfléchis sont absorbés dans l'âge sombre.

3.6 Contribution dipolaire du CMB.

On sait que dans le MSC [(7)], on a les fluctuations de température suivantes pour le rayonnement fossile :

$$(\frac{\Delta T}{T}) = \frac{1}{4\pi}\sum_l l(2l+1)C_l \qquad (93)$$

On conservera cette expression dans notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre. Cependant dans cette interprétation, l=1 est la contribution dipolaire, correspondant au mouvement de notre terre par rapport au RRC. Cette contribution dipolaire est donc complètement interprétée dans notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre, ce qui n'était pas le cas dans le MSC pour lequel le Référentiel de Repos du CMB n'avait pas d'interprétation physique.

3.7 Lien entre le CMB et la température de la substance sombre intergalactique.

On a vu que d'après le nouveau modèle Cosmologique, l'Univers était une sphère remplie de substance sombre, entourée d'un milieu appelé « néant » (Voir Section 2.5). Par analogie avec les concentrations sphériques de substance sombre étudiées dans la 1^{ière} partie, il est possible qu'il existe un transfert thermique convectif entre cette sphère et le néant. Le flux surfacique convectif serait alors de la forme $F=h_nT_0(t)$, $T_0(t)$ étant la température de la substance sombre intergalactique au temps Cosmologique t. Généralisant l' analogie avec le cas des concentrations sphériques de substance sombre, on obtient l'équation d'équilibre thermique avec K_3 constante (K_3 donné par l'Equation (14)), M_B masse baryonique de l'Univers, $R_E(t)$ rayon de l'Univers à l'âge t de l'Univers, d'après le Postulat 2a), dans la section 2.3 :

$$K_3M_B=4\pi R_E(t)^2(h_nT_0(t)) \qquad (94a)$$

Cependant, pour obtenir l'équation précédente on a supposé l'existence d'un transfert thermique convectif entre la sphère Universelle emplie de substance sombre et le néant (Alors qu'il est possible que ce transfert soit nul) et de plus on a négligé les autres facteurs énergétiques agissant sur la température de la substance sombre intergalactique (Ce qui n'est peut être pas une approximation valide. Nous étudierons dans la section suivante l'ensemble de ces facteurs énergétiques) .

On remarque que si on avait comme dans l'obtention de la loi de Tully-Fisher une constante C_2 telle que $h_n=C_2\rho_0(t)$, alors d'après l'équation (94a) on obtiendrait que la température $T_0(t)$ augmenterait avec t. Ceci est impossible avec le 1^{ier} modèle de transfert thermique exposé dans la section 2.3, mais est possible avec le 2nd modèle de transfert thermique exposé dans la section 2.6. Mais si on suppose h_n constante, alors on obtient d'après l'équation (94a) que $T_0(t)$ évolue alors en $1/(1+z)^2$, (1+z) facteur d'expansion de l'Univers. Dans notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre, on admet comme dans le MSC que le rayonnement fossile est apparu pour z de l'ordre de 1100. Si on suppose que pour cette valeur de z, CMB et substance sombre intergalactique avaient la même température, on obtient qu'actuellement, c'est-à-dire à un temps Cosmologique de 15 milliards d'années, la température de la substance sombre intergalactique est 1100 fois plus faible que celle du CMB, ce qui est une valeur acceptable avec le 1^{ier} type de transfert thermique et justifie notre hypothèse de la section 2.3 exprimant que cette température de la substance sombre intergalactique est négligeable par rapport à la température de concentrations de substance sombre constituant les galaxies avec une courbe de rotation plate (voir section 2.1).

L'hypothèse de l'égalité entre la température initiale du CMB et celle de la substance sombre intergalactique n'est cependant pas nécessaire et on peut supposer comme dans le MSC que la température initiale du CMB est très supérieure à celle de la substance sombre.

3.8 Energie sombre de l'Univers.

On a vu dans la 1^{ière} partie de notre théorie sur la matière sombre que selon cette théorie, l'Univers était rempli d'une substance sombre pouvant être modélisée comme un gaz parfait (Section 2.1). Il est donc naturel de considérer que cette substance sombre, comme un gaz parfait, possède une énergie interne, qu'on peut identifier à une énergie sombre présente dans tout l'Univers. Mais on verra que cette hypothèse est invalide.

Nous rappelons l'équation (94a), avec M_B masse baryonique dans l'Univers, $R_U(t)$ rayon de l'Univers à un âge t de l'Univers, $T_0(t)$ température de la substance sombre intergalactique au temps Cosmologique t et K_3 constante définie dans l'équation (14) :

$$K_3M_B=4\pi R_U(t)^2h_nT_0(t) \qquad (94b)$$

Comme on l'a remarqué dans la section précédente, si on prend h_n constant, $T_0(t)$ évolue alors en $1(1+z)^2$.

Pour obtenir $T_0(t)$ par l'équation précédente, on a considéré comme nulle ou négligeable la variation de l'énergie interne de la substance sombre intergalactique dûe à l'expansion. On appellera 1^{ier} *modèle d'évolution de la température de la substance sombre* le modèle précédent. Dans ce modèle la température de la substance sombre est constante juste après le Big-Bang, pour $4\pi R_U(t)^2h_nT_0(t)t<<E_{INMSin}=K_{EIMS}M_{MS}T_0(0)$ énergie interne initiale de la substance sombre.

Considérons donc un $2^{ième}$ *modèle d'évolution de la température de la substance sombre* dans lequel au contraire, on considère comme nulle ou négligeable l'énergie transférée entre les particules (baryons et photons) et la substance sombre, et aussi l'énergie perdue aux frontières de l'Univers par le transfert convectif défini plus haut, devant la variation d'énergie interne de la substance sombre et aussi l'énergie perdue sous forme de travail de la substance sombre. On suppose que dans ce 2^{nd} modèle, la substance sombre est homogène dans tout l'Univers, en densité et en température. Donc la substance sombre obéit à la loi de Boyle-Charles (Postulat 1), et de plus on admet qu'elle obéit à la loi de Joule pour les gaz parfaits c'est-à-dire qu' il existe une constante K_{ES} telle que T(t) étant la température de la substance sombre, M_S la masse totale de la substance sombre et U(T(t)) étant l'énergie interne totale de la substance sombre, à un âge de l'Univers égal à t:

$$U(T(t))=K_{ES}M_ST(t) \qquad (95)$$

De plus, l'énergie perdue sous forme de travail par la substance sombre ayant la pression P, pour une variation de volume dV est égale à :

$$dW=-PdV \qquad (96)$$

On suppose dans ce $2^{ième}$ modèle d'évolution de la température que la transformation est adiabatique réversible. On peut donc appliquer la loi de Laplace : Il existe une constante γ telle que, V étant le volume de l'Univers pour une température T à un âge t de l'Univers et V_1 pour une température T_1 à un âge t_1 de l'Univers :

$$TV^{\gamma-1}=T_1V_1^{\gamma-1} \qquad (97)$$

Et donc si 1+z est le facteur d'expansion de l'Univers entre t_1 et t, $V(t)=(1+z)^3V_1(t_1)$ et :

$$T(t)=T(t_1)/(1+z)^{3(\gamma-1)} \qquad (98)$$

Dans un $3^{ième}$ modèle d'évolution de la température de la substance sombre intergalactique, on tient compte de toutes les formes d'énergie perdue ou gagnées par la substance sombre, celle-ci étant toujours modélisée comme un gaz parfait. Cependant, on considère que la substance sombre est homogène dans tout l'Univers, on ne tient pas compte des halos des galaxies ayant une courbe de rotation plate, et on a vu que ceci était justifié car le volume de ces halos est très petit devant le volume de l'Univers. On notera T(t), P(t) et V(t) les température, pression et volume de la substance sombre à un âge t de l'Univers. On prendra les notations suivantes :

dW(t,t+dt) est l'énergie reçue sous forme de travail (négative) par la substance sombre de l'Univers entre t et t+dt.

$dE_{TF}(t,t+dt)$ est l'énergie reçue par la substance sombre (négative) sous forme de transfert thermique entre la substance sombre et le néant entre t et t+dt. $R_U(t)$ étant le rayon de l'Univers à un âge t de l'Univers, on a vu (équation (94a)) :

$$dE_{TF}(t,t+dt)=(-h_nT(t))(4\pi R_U(t)^2)dt \qquad (99)$$

$dE_{TB}(t,t+dt)$ est l'énergie reçue par la substance sombre par les baryons (positive) (Equation (14) et (94b)), $M_B(t)$ étant la masse totale des baryons, entre t et t+dt :

$$dE_{TB}(t,t+dt)=K_3M_B(t)dt \qquad (100)$$

Alors l'équation d'équilibre de l'énergie reçue et perdue par la substance sombre de l'Univers entre t et t+dt est :

$$dU(t,t+dt)=dW(t,t+dt)+dE_{TF}(t,t+dt)+dE_{TB}(t,t+dt) \qquad (101)$$

On rappelle que d'après la loi de Boyle-Charles, M_S étant la masse totale de la substance sombre (supposée constante) :

$$P(t)V(t)=k_0M_ST(t) \qquad (102)$$

Et, $R_U(t)$ étant le rayon de l'Univers, $V(t)=(4/3)\pi R_U(t)^3$, $d(R_U(t))=dzR_U(t)$, et donc $dV(t)=4\pi R_U(t)^3dz$ (1+dz facteur d'expansion de l'Univers entre t et t+dt), et donc $dV(t)/V(t)=3dz$, et donc:

$$dW(t,t+dt)=-PdV(t)= -k_0M_ST(t)(dV(t)/V(t)) \qquad (103a)$$

$$dW(t,t+dt)=-3k_0M_ST(t)dz \qquad (103b)$$

On obtient donc l'équation d'équilibre, équation différentielle en T(t),puisque dz et $R_U(t)$ s'expriment en fonction de t:

$$d(K_{ES}M_ST(t))=-3k_0M_ST(t)dz-h_nT(t)(4\pi R_U(t)^2)dt+K_3M_B(t)dt \qquad (104a)$$

$$K_{ES}M_S(dT(t)/dt)=-3k_0M_ST(t)(dz/dt)-h_n(4\pi R_U(t)^2)T(t)+K_3M_B(t) \qquad (104b)$$

On montre facilement que comme pour les gaz parfaits avec les notations précédentes, le paramètre γ utilisé dans l'équation de Laplace (97) s'exprime par :

$$\gamma=1+k_0/K_{ES} \qquad (105)$$

Et donc par analogie avec les gaz parfaits usuels, k_0 devrait être de l'ordre de K_{ES}. A l'aide de l'équation précédente (104b), on peut exprimer les conditions de validité du 1^{ier} modèle d'évolution de la température de la substance sombre, où on a négligé la variation d'énergie interne et le travail reçu par la substance sombre. Ces conditions sont :

$$-K_{ES}M_S(dT(t)/dt)<<K_3M_B(t)$$

$$-K_{ES}M_S(dT(t)/dt)<<h_n(4\pi R_U(t)^2)T(t)$$

$$3k_0M_ST(t)(dz/dt)<<K_3M_B(t)$$

$$3k_0M_ST(t)(dz/dt)<<h_n(4\pi R_U(t)^2)T(t) \qquad (106)$$

Les conditions pour que le 2^{ième} modèle d'évolution de la température de la substance sombre soit valide sont les conditions inverses (remplaçant « << » par « >> »).

3.9 Evolution de la température de la substance sombre-2nd modèle d'expansion.

Nous allons considérer l'application de la section précédente dans le cas du 2nd modèle d'expansion de l'Univers, c'est-à-dire avec $R_U(t)=Ct$ (C constante), et donc entre t et t+dt, 1+dz=(t+dt)/t, donc dz=dt/t.

On remarque que dans le 1^{ier} modèle d'évolution de la température de la substance sombre on avait T(t) évoluait en $1/(1+z)^2$ donc en $1/t^2$. Dans le 2nd modèle d'évolution de la température, T(t) évoluait en $1/(1+z)^{3(\gamma-1)}$ avec $\gamma>1$, et donc dans les 2 cas T(t) évolue en $1/t^p$, avec $p>0$. Or dans ce cas, on obtient donc que pour t tend vers l'infini les fonctions T(t) et (dT(t)/dt)/T(t) tendent toutes deux vers 0.

Et donc pour t assez grand, on obtient immédiatement que les relations (106) sont valides et donc on peut appliquer le 1^{ier} modèle d'évolution de la température.
Au contraire pour t tend vers 0, les fonctions T(t) et (dT(t)/dt)/T(t)) tendent vers l'infini et donc pour t assez petit (proche du Big-Bang), l'inverse des relations (106) sont valides et on peut appliquer le 2^{ième} modèle d'évolution de la température.

3.10 Energie sombre des particules baryoniques.

On a vu dans la section 3.8 que d'après notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre il existait dans tout l'Univers une énergie sombre qu'on pouvait identifier à l'énergie interne de la substance sombre. Or il est très possible, selon notre théorie, que les particules baryoniques possèdent aussi une énergie sombre, c'est-à-dire une énergie qui ne puisse pas être détectée par les expériences en laboratoire classiques mais qui est utilisée pour transmettre de l'énergie à la substance sombre dans une galaxie à courbe de rotation plate. Ceci n'est cependant pas une hypothèse nécessaire à notre théorie.

3.11 Détermination du centre de l'Univers.

Un problème est de savoir si on peut déterminer le centre de l'Univers, c'est-à-dire le centre O de la sphère Universelle en expansion. Si l'Univers était homogène (au sens Cosmologique) cela semblerait impossible dans l'état de la Théorie de la matière sombre exposée dans cet article mais il est possible que certains astres soient répartis de façon non homogènes en présentant une symétrie sphérique (au sens Cosmologique) par rapport à un unique point O. Alors O sera obligatoirement le centre de l'Univers. Et donc si on découvre de tels astres, on aura déterminé le centre de l'Univers.

Par exemple on sait que les quasars observés sont tous au minimum à 2,5 milliards d'années lumière. L'explication actuelle est que tous les quasars ont disparu il y a 2,5 milliards d'années. Mais on peut déduire des observations la masse et la luminosité, c'est-à-dire la puissance émise par les quasars, et donc à partir de celles-ci la durée de vie des quasars et notamment celle des plus proches à 2,5 milliards d'années-lumière. Si cette estimation conduit à l'existence de quasars à l'âge de l'Univers actuel, alors c'est que l'explication donnée actuellement est fausse, que l'espace n'est pas homogène et que nous sommes proche du centre de l'Univers.

3.12 Dynamique des amas.

Il est très possible que pour un amas isolé A, n'appartenant pas à un superamas contenant au moins 2 amas, le centre d'inertie de A G_A soit immobile dans le Référentiel Cosmologique $R_{LC}(A)$. Avec cette hypothèse, on peut obtenir la constante de Hubble.

3.13 Interpretation de la mètrique de Friedman-Robertson-Walker dans le Nouveau Modèle Cosmologique (NMC)-Univers primordial.

La mètrique de F.R.W (FRIEDMAN-ROBERTSON-WALKER) est fondamentale dans la MSC. Elle est donnée par, supposant k=0 (courbure nulle, ce qui est le cas dans le NMC) :

$ds^2=-c^2dt^2+a(t)^2(dr^2+r^2(d\theta^2+\sin^2(\theta)d\varphi^2)$ (112)

On interprète cette métrique de la façon suivante dans le NCM :Considérons à un âge de l'Univers t, un photon de déplaçant d'un point $P_1(t)$ à un point $P_2(t)$ du Référentiel Cosmologique Universel $R_U(t)$ entre t et t+dt. On note d**M**(t) le vecteur $P_1(t)P_2(t)$. A l'âge actuel de l'Univers t_0, on sait que dans le NMC, d**M**(t) devient d**M**(t_0), avec d**M**(t)=$(1+z)^{-1}$(t)d**M**(t_0)=a(t)d**M**(t_0). Utilisant que la norme n(d**M**(t)) de d**M**(t) est égale à cdt dans le NMC, on obtient l'équation (112) prenant $ds^2=0$, les coordonnées spatiales utilisées étant celles de d**M**(t_0).

Cependant dans le cas d'une perturbation dûe à une perturbation de densité de matière sombre ou de matière baryonique non nulle, on doit utiliser la R.G pour obtenir la métrique FRW perturbée. On rappelle cette métrique:
$ds^2=-(1+2\Phi)c^2dt^2+a(t)^2(1-2\Psi)(dr^2+r^2(d\theta^2+\sin^2(\theta)d\varphi^2)$ (113)

Ψ, Φ obtenus comme dans le MSC.

On utilise la métrique perturbée de FRW pour interpréter le spectre de puissance du rayonnement fossile pour l<100 (mode super-horizon). L'existence de perturbations dans la densité de la substance sombre dans l'Univers primordial, déduite de l'observation du spectre de puissance du CMB, entraîne que notre modèle de substance sombre homogène n'est pas valide dans l'Univers primordial. Cependant la substance sombre demeure localement homogène. D'autre part, la valeur de la densité de substance sombre obtenue avec le modèle de substance sombre qu'on a exposé est incompatible avec la valeur obtenue par observation du spectre de puissance du CMB. Il est possible de justifier cette différence en admettant l'hypothèse qu'un élément de substance sombre E_{ltS} n'a pas la même masse dans l'Univers primordial, où on dira qu'il a une *masse primordiale* m_{SPR} associé à une *densité primordiale* ρ_{SPR} et dans l'Univers où les astres sont constitués où on dira qu'il a une *masse astrale* m_{SAS} associée à une *densité astrale* ρ_{SAS}. On admettra qu'il existe un âge de l'Univers t_{DMS} telle que pour $t<t_{DMS}$ (ou $\rho_{SPR}>\rho_{LIMDMS}$) la substance sombre a une masse primordiale et pour $t>t_{DMS}$ (ou $\rho_{SPR}<\rho_{LIMDMS}$) la substance sombre a une masse astrale. Ce n'est évidemment pas le cas de la matière ordinaire mais la substance sombre étant exotique, elle peut avoir cette propriété. On a vu déjà vu qu'elle avait une masse gravitationnelle nulle dans certaines conditions. On aura $m_{SPR}<<m_{SAS}$ et une hypothèse attractive, que l'on admettra, est que la masse réelle de E_{ltS} est m_{SAS}, avec $E(E_{ltS})=m_{SAS}c^2$, m_{SPR} étant sa masse apparente dans l'Univers primordial, ρ_{SPR} étant appelée *densité effective* de la substance sombre dans l'Univers primordial. Alors l'énergie de l'élément de substance sombre se conserve lorsque m_{SPR} devient m_{SAS}. Cependant, pour obtenir l'expansion de l'Univers utilisant l'équation de Friedmann, on utilisera toujours la densité primordiale, même pour $t>t_{DMS}$. On appellera donc aussi la densité primordiale *densité effective d'expansion* de la substance sombre. Il est cependant possible que ρ_{SPR} soit aussi une densité effective et non une densité réelle de la substance sombre. On rappelle que dans l'équation de Friedmann, on utilise la densité moyenne baryonique, alors que la densité réelle baryonique n'est ni homogène ni égale à cette densité moyenne, sauf dans l'Univers primordial. La densité réelle de la substance sombre, et possiblement son énergie interne, seront à l'origine de la création des particules (quarks, photons…).

L'observation du spectre de puissance du CMB entraîne l'existence d'un phénomène appelé inflation, qui est une expansion très rapide, exponentielle juste après le Big-Bang, d'un facteur 10^{26} entre $t_{PL}=10^{-36}$ s (t_{PL} temps de Planck) et $t_{EINF}=10^{-33}$ s . Nous admettrons ce phénomène dans le NMC, avec donc $R_U(t)=C_{INF}\exp(Ht)$ pendant l'inflation, $R_U(t)$ rayon de la sphère Universelle. On posera $R_U(t_{PL})=C_{PL}t_{PL}$, C_{PL} vitesse constante ou vitesse moyenne des frontières de la Sphère Universelle entre t=0 et $t=t_{PL}$.

Si on connait $R_U(t_0)$ (ou C_{PL}) on pourra en déduire C_{PL} et $R_U(t)$ pour tout $t>t_{PL}$. On peut le vérifier sur le modèle approximatif suivant (ne tenant pas compte de l'ère radiative ni de l'énergie sombre) : Pour $t_{PL}<t<t_{EINF}$ $R_U(t)=C_{INF}\exp(Ht)$, pour $t_{EINF}<t<t_0$, $R_U(t)=C't^{2/3}$.

En effet d'après les hypothèses et la continuité de $R_U(t)$, $10^{26}C_{PL}t_{PL}=C't_{EINF}^{2/3}$. Posant $C_{PL}=xc$, on obtient :

$C'=10^{26}t_{PL}xc/t_{EINF}^{2/3}=10^{12}xc\ s^{1/3}$ (114)

Soit t_0 l'âge actuel de l'Univers, on suppose $R_U(t_0) \approx C' t_0^{2/3}$, $t_0 \approx 15\ 10^9$ années, $R_U(t_0) \approx 45\ 10^9$ a.l, et on pose T_A=1 an$\approx 30\ 10^6$ s.On a donc $R_U(t_0) \approx 45\ 10^9\ T_A$ d'où C' correspondant à $R_U(t_0)$ est:

$$C' \approx R_U(t_0)/t_0^{2/3} \approx 7\ 10^3 c T_A^{1/3} \approx 2\ 10^6\ s^{1/3} \qquad (115)$$

Et donc si C_{PL}=xc=2 10^{-6}c (x= 2 10^{-6}), on obtient C'$\approx 2\ 10^6\ s^{1/3}$ d'après l'équation (114) et donc d'après l'équation (115) $R_U(t_0) \approx 45\ 10^9$ a.l, c'est à dire approximativement la taille minimale de $R_U(t_0)$ pour qu'un observateur au centre de l'Univers puisse observer le CMB lors de son apparition ($z \approx 1100$) et de façon isotropique. Si C_{PL}=c (x=1), on obtient $R_U(t_0)$ gigantesque, de l'ordre de millions de milliards d'a.l. Cependant dans les 2 cas l'Univers est fini et avec des frontières, modèle beaucoup plus concevable que le modèle de l'Univers dans le MSC, infini et sans frontières. On peut considérer un modèle approximatif bien meilleur avec les modifications : Pour $t_{EINF} < t < t_{ERAD}$, $R_U(t) = C_{RAD} t^{1/2}$ (t_{ERAD}=50000 a.l, ère radiative), pour $t_{ERAD} < t < t_0$, $R_U(t) = C' t^{2/3}$. Comparant le taux d'expansion entre t_{EINF} et t_{ERAD} dans les 2 modèles on obtient que pour un même $R_U(t_0)$, C_{PL} est environ 2 10^7 fois plus élevé dans le 2ième modèle que dans le premier. (Et donc pour $R_U(t_0)$=45 10^9 a.l, $C_{PL} \approx 40c$).

Le phénomène d'inflation est utilisé principalement pour résoudre le problème de l'horizon (quasi-isotropie du CMB), le problème de la platitude (Univers plat) et pour justifier l'observation du spectre de puissance du CMB. Cependant le NMC ne nécessite pas l'inflation pour résoudre les problèmes de l'horizon et celui de la platitude, car le modèle qu'il propose est intrinsèquement plat et de plus on a initalement un très petit volume de substance sombre totalement homogène et évoluant de façon isotrope, et il est donc logique que l'Univers demeure homogène pendant un certain temps.

On voit donc que toutes les équations du MSC relatives à l'Univers primordial et au spectre de puissance du CMB peuvent être interprétées par le nouveau modèle de matière sombre et par le NMC.

4.CONCLUSION

Nous avons donc dans la Théorie de la matière sombre exposée dans cet article modélisé la matière sombre comme une substance sombre dont les propriétés physiques, notamment la propriété d'être modélisée comme un gaz parfait, permettaient d'interpréter théoriquement les observations astrophysiques liées à la matière sombre. En particulier, ces propriétés physiques, malgré leur simplicité, nous ont permis de justifier théoriquement la courbe de rotation plate des galaxies et la loi baryonique de Tully-Fisher. On a interprété pour cela les galaxies présentant des courbes de rotation plate comme des concentrations sphériques de substance sombre en équilibre gravitationnel. On a vu que le concept de substance sombre introduit dans notre théorie de la matière sombre conduisait naturellement à proposer un nouveau modèle géométrique pour l'Univers, Univers fini et sphérique.

On a étudié d'après notre théorie de la matière sombre les effets du déplacement d'une concentration sphérique de substance sombre sur sa vitesse et sa masse et on a vu que cet effet était nul. On a aussi exposé d'après cette théorie les différents modèles de distribution de substance sombre dans les galaxies. Puis on a vu que cette théorie prédisait des relations importantes entre la vitesse des galaxies dans les amas et la masse des amas, ainsi que des relations entre la densité moyenne d'amas correspondants au même décalage Cosmologique z, et on a vu que ces prédictions théoriques étaient en accord avec les données expérimentales. Enfin on a vu que notre théorie de la matière sombre prédisait la valeur du rayon sombre des galaxies avec une courbe de rotation plate, celle-ci étant en accord avec les observations astronomiques sur le rayon sombre minimal de la Voie Lactée, et permettait d'obtenir la densité moyenne de l'Univers en substance sombre pour tout décalage Cosmologique z, et aussi la valeur de la densité de la substance sombre intergalactique pour tout z.

Nous avons aussi dans la 2ième partie proposé un nouveau modèle Cosmologique basé sur la forme géométrique de l'Univers obtenue dans la 1ière partie (sphérique) et sur l' Interprétation Physique du Référentiel de Repos du CMB (RRC) qu'on a appelé *Référentiel Cosmologique local*. Ce nouveau modèle Cosmologique nous a permis de donner une nouvelle définition du temps Cosmologique, en accord avec l'observation. Notre nouveau modèle Cosmologique l'Univers nous a aussi conduit à définir un nouveau type de Référentiel, appelé *Référentiel Cosmologique Universel*. On a ensuite défini à l'intérieur de ce nouveau modèle Cosmologique un premier modèle mathématique d'expansion de l'Univers basé comme le MSC sur la Relativité Générale. On a vu aussi qu'un 2ième modèle mathématique, beaucoup plus simple que le premier, conduisait malgré cette simplicité à des

prédictions théoriques en accord avec les observations astrophysiques, notamment prédiction théorique des valeurs des distance de luminosité, de la distance comobile, de la distance angulaire et de la distance temps-arrière pour z suffisamment petit. Enfin, nous avons étudié selon notre théorie de l'énergie sombre l'évolution de la température de la substance sombre dans l'Univers, juste après le Big-Bang jusqu'à l'âge actuel de l'Univers.

On rappelle que l'observation des anisotropies du CMB était en accord avec le 1^{ier} modèle mathématique dans l'Univers primordial concernant le temps Cosmologique d'apparition du CMB (400000 ans), et aussi sur la distance comobile à la surface de dernière diffusion (43 milliards d'années). On montre que dans ce modèle, si une onde, potentiellement à l'origine du 1^{ier} pic du spectre de puissance est émise à t=0 au centre O de l'Univers, et que la vitesse locale de cette onde est égale à c/3, alors au temps t l'onde aura parcouru une distance comobile ou mesurée dans le Référentiel Cosmologique Universel d=(ct/3)×3=ct. On remarque que dans le nouveau modèle Cosmologique la matière sombre correspond aux hypothèses du modèle ΛCDM, car elle est *froide*, *sans dissipation d'énergie et sans collision* avec la matière ordinaire. On rappelle que dans ce 1^{ier} modèle, en accord avec le modèle ΛCDM, $R_{UM1}(t)= C\sinh^{2/3}(t/t_\Lambda)$. L'énergie sombre ne peut pas être l'énergie de la substance sombre considérant celle-ci comme un gaz parfait car cette énergie interne dépendrait de la température T de la masse de substance sombre. On pourra cependant admettre que la substance sombre agit sur l'expansion de l'Univers comme si, dans les équations de Friedman, elle avait une énergie virtuelle, dite *énergie effective d'expansion* de la substance sombre, de densité constante $\rho_\Lambda(z)=\rho_\Lambda$. ($\rho_\Lambda$ ayant même valeur que dans le modèle ΛCDM). On remarque que d'après le nouveau modèle Cosmologique l'Univers est plat ce qui justifie qu'on doive prendre $\Omega_C=0$ et Λ correspondant à un Univers plat dans l' équation de Friedman et dans le modèle ΛCDM. Concernant la matière sombre, on a vu dans la dernière section qu'un élément de substance sombre n'avait pas la même masse dans l'Univers actuel (*masse astrale*) et dans l'Univers primordial (*masse primordiale*). La relation entre la densité de substance sombre dans l'Univers primordial et celle dans l'Univers actuel n'est pas la même que pour la densité baryonique. On obtient la densité astrale en observant la dynamique des amas et la densité primordiale en observant le spectre de puissance du CMB. On a vu cependant qu'on utilisait la densité primordiale pour définir l'expansion de l'Univers en utilisant l'équation de Friedmann. On a vu qu'on pouvait considérer la densité astrale de la substance sombre comme sa densité réelle et la densité primordiale comme sa densité effective dans l'Univers primordial et sa densité effective d'expansion. On sait qu'actuellement 2 méthodes différentes conduisent à obtenir 2 valeurs incompatibles de la constante de Hubble H_0, la première H_{0SN}=73 km/s/Mpc par l'observation des supernovae et la seconde H_{0PL}=67 km/s/Mpc par l'observation du CMB. Ce problème, appelé *tension de Hubble*, peut être résolu par le nouveau modèle Cosmologique. On admet (modèle Δ) qu'il existe un temps t_Δ tel que pour $t<t_\Delta$ $R_U(t)=f_1(t)$ et pour $t>t_\Delta$ $R_U(t)=f_2(t)$, avec $f_1(t_\Delta)=f_2(t_\Delta)$. Avec $f_1(t)=Ct$ (Modèle sans énergie sombre) ou $f_1(t)=C\sinh^{2/3}(t/t_\Lambda)$ (Modèle avec énergie sombre), et $f_2(t)=C'(t-\beta)$ ($a''(t)=0$ si $a(t)=(1+z)^{-1}(t)$) ou $f_2(t)=C'(t-\beta)^\alpha$. On remarque que si $t_\Delta=t_0$-2 milliards d'années, dans le modèle avec énergie sombre, l'observation du CMB pour des z importants demeure quasi-identique qu'avec le modèle ΛCDM et donc H_{0PL} et les Ω_x demeurent quasi-inchangés. Pour z=0,1, on montre utilisant la distance luminosité $D_L(z)$, que l'estimation de H_{0SN} diffère de 2,5% si on utilise le modèle ΛCDM ou si on utilise $f_2(t)=C'(t-\beta)$. On a donc justifié l'obtention de 2 valeurs différentes pour H_{0PL} et $H_{0S.N}$ dans le modèle Δ. De plus avec $f_2(t)=C'(t-\beta)$, prenant β=1,5 milliards d'années et H_{0SN}= 73km/s/Mpc, on obtient $t_0\approx$15 milliards d'années (Car $H_{0S.N}=1/(t_0-\beta)$ alors que dans le modèle ΛCDM on obtient t_0=12,6 milliards d'années valeur totalement innacceptable. Cependant si $t_\Delta=t_0$ l'âge de l'Univers est obtenu en utilisant H_{0PL} et le modèle mathématique ΛCDM. On peut donc s'attendre à ce que si t_Δ est proche de t_0, par exemple $t_\Delta\approx t_0$-2 milliards d'années, l'âge de l'Univers obtenu dans le modèle Δ en utilisant $H_{0S.N}$ soit proche de celui utilisant H_{0PL} dans le modèle ΛCDM. On obtient donc $t_0\approx$13,8 milliards d'années, valeur acceptable. Ce modèle Δ avec une telle fonction $f_2(t)$ est possible car dans le nouveau modèle Cosmologique, le taux d'expansion peut être totalement indépendant des densités de matière sombre et baryonique. On a vu par exemple que la valeur réelle d'énergie sombre peut être nulle, alors que sa valeur effective d'expansion est non nulle dans le modèle avec énergie sombre. On remarque qu'on peut aussi obtenir facilement une équation identique à l'équation de Friedman avec une courbure nulle ($(a'/a)^2=(8\pi G/3)\rho$) en utilisant les équations de la mécanique Newtonienne avec un modèle d'Univers (Sphère homogène de rayon R(t) et de densité

$\rho_m(t)$) très proche de celui du nouveau modèle Cosmologique. La physique Newtonienne permettant d'obtenir cette équation n'est pas valide dans le NMC mais c'est aussi le cas pour la physique de la R.G. On l'utilise pour définir mathématiquement l'expansion dans le NMC l'admettant comme postulat, le NMC étant à priori compatible avec n'importe quelle fonction mathématique d'expansion. On rappelle qu'on peut aussi obtenir de nombreuses équations fondamentales dans le MSC comme dans le Nouveau Modèle Cosmologique utilisant la Théorie de Newton, notamment celles permettant d'expliquer les observations des anisotropies du CMB pour les modes sous-horizon ($l>100$).

On pourrait définir un modèle Cosmologique ΛCDM-NMC conservant à l'identique les équations du modèle ΛCDM, mais avec la physique du NMC (Référentiel Universel Cosmologique, Référentiel Local Cosmologique, Sphère Universelle, définition du temps Universel…). Ce modèle serait la forme la plus faible du NMC. On a vu dans la dernière section qu'on admettait le phénomène d'inflation dans le NMC. On remarque que dans le NMC, l'Univers est fini, avec des frontières (contrairement à l'Univers dans le MSC, et de plus pourrait avoir actuellement un rayon $R_U(t_0)$, relativement petit, par exemple $R_U(t_0)\approx 45$ milliards a.l, rayon approximativement minimal pour qu'un observateur au centre de l'Univers puisse observer le CMB lors de son appartition ($z\approx 1100$).

On a remarqué qu'un élément très attractif en faveur du modèle d'Univers proposé par notre théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre est que ce modèle d'Univers, fini et sphérique, peut être conçu par l'esprit humain.

References:

1.M.Milgrom, A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis, Astrophysical Journal 270 (1983)

2.Stacy Mc Gaugh, A Novel Test of Modified Newtonian Dynamics with Gaz rich Galaxies, Physical Review Letter, 106 (2011).

3.J.D Bekenstein, Relativistic gravitation theory for the modified Newtonian dynamics paradigm, Physical Review D 70 (2004)

4.M.D Seifert, Stability of spherically symmetric solutions in modified theory of gravitation, Physical Review D 76 (2007)

5. G.W Angus, H.Y Shan, H.S Zhao, B.Famaey, On the proof of dark matter, the law of gravity and the mass of neutrinos, The Astrophysical Journal Letter (2006)

6.P.Kroupa,M.Pawlowski,M.Milgrom, The failures of the standard model of Cosmology require a new paradigm, International Journal of Physics D21 (2012)

7.D.J Raine,E.G Thomas,An introduction to the science of Cosmology,Institute of physics, London (2001).

8.J.V Narlikar, An introduction to Cosmology, Cambridge University press,Cambridge (2002)

9.Helge Kragh, Cosmology and Controversy, Princeton University Press, New Jersey.

10. Andrea Biviano, Our best friend, the Coma cluster (A historical review), (arxiv. astro-ph.9711251).

11. SEDS Messier Database, The Virgo Cluster of galaxies, messier.seds.org/more/virgo.html (2006).

12.D.Fouque, J.Solanes, T.Sanches,C.Balkowski, Structure mass and distance of the Virgo cluster, Astronomy ans Astrophysics (2001).

14.D.R Alves,C.A Nelson, The rotation curve of the Large Magellanic cloud and the implications for Microlensing. The astrophysical Journal (October 2000).

15.Thierry Delort, Théories d'or 10^{e} édition, Editions Books on Demand, Paris (2018)

16. T.Delort, Theory of Ether, Physics Essays 13,4 (2000).

17.G.A Tammann and B.Reindl, "The luminosity of supernovae of type la from tip pf the red-giant branch distances and the value of H_0", Astronomy and Astrophysics 549(2013) (on arXiv)
18. Perlmutter et al, Discovery of a supernova explosion at half the age of the universe, Nature 391, 51-54 (1998).
19.M.S Petersen and J.Penarrubia, Detection of the Milky Way reflex motion due to the Large Magellanic Cloud infall, Nature Astronomy (November 2020).
20.Laura Watkins, Roeland van der Murel, Sangmo Sohn, N.Evans, Evidence for an Intermediate-mass Milky Way from Gaia DR2 Halo Globular Cluster Motions, The Astrophysical Journal, Vol 873, Issue 2 (2019)
21.K.C Wong et al, HOLICOW XIII A 2.4 measurement of H0 from lensed quasars 5.3σ tension between early and late Universe probe, MNRAS, Vol 498, issue 1,1420-1439 (2020)
22.Planck colaboration, N. Aghanim et al, Planck 2018 results VI Cosmological parameters, Astronomy and Astrophysics, Vol 641, A6, 2020.

Article : THEORIE DE L'ETHER AVEC GRAVITATION
Auteur :Thierry DELORT
Date : Juin 2018
Extrait du livre : Théories d'or 10e édition, Editions Books on Demand, Paris (2020)

Résumé :

Le but de cet article est de montrer que la Théorie moderne de l'Ether peut donner une nouvelle interprétation de l'ensemble des expériences liées à la Relativité Générale (R.G). Nous présentons donc dans cet article une Théorie de l'Ether avec Gravitation (T.E.G) généralisant la Théorie de l'Ether présentée dans l'article Théorie de l'Ether, extrait du livre Théories d'or [(6)]. On généralisera 3 Postulats fondamentaux de la T.E présentés dans ce premier article, lorsqu'on tient compte de la gravitation. L'interprétation du tenseur métrique d'Einstein par la T.E.G conduit à croire que l' expression numérique de celui-ci est valide seulement dans les cas de faible potentiel gravitationnel. (Ce qui est toujours le cas dans les expériences en laboratoire). Nous donnerons donc une nouvelle expression numérique générale de celui-ci d'après la T.E.G. Nous verrons dans cet article comment la T.E.G interprète avec succès l'ensemble des phénomènes liés à la R.G (par exemple la déviation du périhélie de Mercure, celle de la lumière par une masse, l'accélération des horloges en altitude..). Nous verrons qu'il existe dans la T.E.G comme dans la T.E présentée dans le 1ier article [(6)] un espace absolu, mais que l'espace dans lequel nous vivons est différent. Nous verrons aussi que la T.E.G permet d'interpréter à l'aide de ces 2 espaces l'électromagnétisme et la physique quantique de façon beaucoup plus simple mais aussi beaucoup plus complète et générale que la R.G

Mots clés :espace dilaté, Ether, Relativité Générale, tenseur métrique, fluidité du temps, solution de Scwartzchild, espace superposé.

1.INTRODUCTION

Dans un premier article, Théorie de l'Ether [(6)], on a présenté une Théorie moderne de l'Ether (T.E) concernant tous les phénomènes liés à la Relativité Restreinte (R.R).
Dans cet article nous présentons l'interprétation par la Théorie moderne de l'Ether avec Gravitation (T.E.G) des autres phénomènes liés à la Relativité Générale (R.G). Nous montrons comment le concept de fluidité du temps se généralise, ainsi que les Postulats 1,2,3 introduits dans le 1ier article [(6)]. La T.E.G demeure en accord avec le Principe Fondamental de la Théorie de l'Ether exposé dans le 1ier article [(6)]. En particulier, nous allons aussi définir dans la T.E.G un Espace Absolu. Nous allons aussi donner une nouvelle interprétation par la T.E.G du tenseur métrique d'Einstein, cette interprétation justifiant sa forme particulière, et aussi conduisant à penser qu'il n'est valide que pour les faibles potentiels. Nous donnerons sa forme générale, c'est-à-dire valide même quand le Potentiel gravitationnel n'est pas faible, d'après cette interprétation de la T.E.G.
Au début de la section 2 nous présentons un 2ième Principe fondamental de la T.E (avec gravitation), puis les Postulats 4,5,6 qui en sont la conséquence.
Le Postulat 4 définit l'Espace absolu (vide superposé). Il donne l'interprétation physique du Tenseur d'Einstein par la T.E.G. Nous verrons que le concept de fluidité du temps est généralisé. Ce Postulat introduit aussi le concept d'une base propre de dilatation.
Le Postulat 5 généralise la contraction (des temps et des longueurs) due au mouvement en présence de gravitation ainsi que les lois mécaniques.
Le Postulat 6 généralise les lois de l'électromagnétisme et notamment celles concernant la lumière en présence de gravitation.
Dans toute la section 2, on se réfèrera aux Postulats 1,2,3 tels qu'on les a exposé dans le 1ier article [(6)].
Dans la section 3 nous donnons l'interprétation par la T.E.G des expériences classiques liées à la R.G, cette interprétation étant à la fois nouvelle et plus simple que la R.G.

Nous verrons qu'il est parfois nécessaire d'utiliser l'Espace absolu (vide superposé) E_A introduit dans le Postulat 4, et parfois l'espace dans lequel nous vivons, qu'on appellera Espace dilaté E_d à cause de ses relations ave E_A.

2.POSTULATS

2.1 Principe Fondamental.

Dans le 1ier article [6], on a énoncé un 1ier Principe de la T.E :

1ier PRINCIPE DE LA THEORIE DE L'ETHER:

a)Il existe un Référentiel fixe absolu, appelé « Ether », non équivalent à tous les Référentiels Galiléens, (et définissant donc une simultanéité absolue) .
b)Les lois dans cet Ether sont telles qu'elles tendent à empêcher un observateur au repos dans un Référentiel Galiléen de détecter son mouvement par rapport à l'Ether.

Nous introduisons dans la T.E.G un 2nd Principe :

2ième PRINCIPE DE LA THEORIE DE L'ETHER :

a)En présence de gravitation, on peut définir un *espace dilaté* E_d dans lequel est notre Univers, superposé à un espace absolu E_A.

b)En un point fixe P de l'espace dilaté E_d, on peut définir un tenseur de la T.E.G donnant les correspondances entre les intervalles spatiaux et temporels mesurés dans E_A et dans E_d. Ce tenseur de la T.E.G a l'expression du tenseur métrique d'Einstein dans certains cas, notamment le cas où $V/c^2<<1$ et où on a une seule masse générant le potentiel gravitationnel, celle-ci présentant une symétrie sphérique .

On remarque que le point a) du 2nd Principe est en accord avec le point a) du 1ier Principe.
On justifie le point b) du 2nd Principe de la T.E de la façon suivante :

Dans la R.G, les équations permettant d'obtenir le tenseur métrique d'Einstein ont été obtenues empiriquement, afin d'obtenir, dans l'hypothèse où les particules libres suivent les géodésiques de l'espace-temps, la déviation du périhélie de Mercure. L'obtention de la déviation d'un rayon lumineux avec le même tenseur et la même hypothèse, a été considérée comme une confirmation de la validité des équations permettant d'obtenir le tenseur métrique d'Einstein.

On peut aussi admettre ces équations empiriquement dans la T.E.G dans l'approximation $V/c^2<<1$ pour une raison totalement analogue : Nous établirons qu'avec le tenseur de la T.E.G obtenu par ces équations et l'approximation $V/c^2<<1$, on obtient aussi par la T.E.G, (par une méthode utilisant des nouvelles équations généralisant la T.E sans gravitation, méthode qui n'utilise pas l'hypothèse qu'une particule libre suit une géodésique de l'espace temps, mais généralise une méthode utilisée dans l'approximation Newtonienne), la déviation du périhélie de Mercure dans un modèle où le soleil est immobile dans E_d . Les mêmes équations de la T.E.G et ce tenseur de la T.E.G permettent aussi, dans l'approximation $V/c^2<<1$, d'obtenir la déviation observée d'un rayon lumineux.
Ainsi, on peut admettre empiriquement la validité des équations donnant le tenseur de la T.E.G dans l'approximation $V/c^2<<1$, de la même façon qu'on les admet empiriquement dans la R.G. Et ceci conduit à obtenir exactement le point b) du 2ième Principe de la T.E exposé précédemment.

La T.E.G utilise beaucoup le 1ier Principe de la T.E : Ainsi, on a vu que le 1ier point du 2ième Principe exprimait la validité du 1ier point du 1ier Principe en présence de gravitation. De plus, on verra que les Postulats 4,5,6 de la T.E.G généralisent les Postulats 1,2,3 de la T.E, exposés dans le 1ier article Théorie de l'Ether [6], qui étaient la conséquence du 1ier Principe en l'absence de gravitation. On verra aussi qu'on utilise le 1ier Principe dans le cas où une masse créant le Potentiel n'est pas immobile dans E_A, mais est immobile dans un Référentiel Galiléen.

On verra dans les Postulats 4,5,6 que la T.E.G introduit des équations qui n'existaient pas dans la R.G, que ce soit concernant les contractions temporelle et spatiale, mais aussi en ce qui concerne les équations de la mécanique, de l'électromagnétisme et de la Physique quantique. Ces équations généralisent la T.E sans gravitation, de façon beaucoup plus générale que la R.G généralise la R.R.

Notons que la simultanéité absolue est définie par l' Espace absolu E_A. Et donc comme dans la Théorie de l'Ether sans gravitation, un évènement Ev1 peut être la cause d'un évènement Ev2 que si Ev1 et Ev2 se produisent à des temps absolus t_1 et t_2 de E_A avec $t_1<t_2$.

Présentons maintenant les Postulats 4,5,6 généralisant les Postulats 1,2,3.

2.2 **Temps et Espace absolu :Postulat 4.**

2.2.1 *Le Postulat 4A*.

Le Postulat 4 définit un Espace absolu dans la T.E.G, qui est aussi appelé l'Espace absolu vide superposé à cause de sa définition.

POSTULAT 4A :

a)Il existe un *Espace absolu* E_A, espace Euclidien défini exactement comme l'Espace absolu défini dans le Postulat 1 du premier article, sans gravitation et avec des horloges et des règles standards fixes virtuelles définissant des longueurs et des temps absolus.

b)En présence de gravitation, la masse M générant le potentiel étant immobile dans E_A (Nous étudierons dans l'article suivant « Suite de la Théorie de l'Ether » [(9)] le cas où M est au repos dans un Référentiel Galiléen R_A'), il existe un *Espace dilaté* E_d, qui est l'espace dans lequel nous vivons, tel que E_A est superposé à E_d et E_d est fixe par rapport à E_A. Le temps de E_d est mesuré par des horloges standards (virtuelles) et les distances dans E_d sont mesurées par des règles standards, celles-ci étant placées dans E_d et fixes par rapport à E_d et E_A. Tout point de E_d est superposé à un point de E_A, on pourra identifier ces 2 points.

c)Les objets rigides dans E_d sont soumis à des contractions des longueurs relatives identiques à celles des règles standards. C'est-à-dire que si un objet a une longueur L_0 mesuré dans E_A, c'est-à-dire en l'absence de gravitation, alors placé dans E_d il a la même longueur $L_e=L_0$ mesuré par une règle standard situé dans E_d.

Une conséquence de ce Postulat 4 est que toute courbe (fixe) de E_d peut être superposée à une courbe de E_A. De plus toute distance et tout intervalle de temps peuvent être mesurés dans E_d et dans E_A. Un objet ou une horloge quelconque peuvent être placés ou bien dans E_d, ou bien dans E_A c'est-à-dire en l'absence de gravitation.

Puisque E_A ne contient que des horloges et des règles standards virtuelles, et qu'il est superposé à notre Espace, on l'appellera aussi *Espace absolu vide superposé*.
Puisque E_d est l'espace dans lequel on vit contenant notamment l'éther substance défini dans les articles précédents, on l'appellera aussi *Espace éthéré*. Nous justifierons plus loin son appellation « Espace dilaté ».

On appellera donc *variables éthérées* les variables mesurées dans E_d et *variables absolues* les variables mesurées dans E_A.
E_A étant un Espace absolu définit comme dans le 1^{ier} article [(6)] une simultanéité absolue.

Le Postulat 4B donne la relation entre les variables absolues et les variables éthérées. Cette relation utilise une interprétation du tenseur métrique d'Einstein.

On rappelle que l'expression du tenseur métrique d'Einstein est :

$$c^2 d\tau^2 = c^2 g_{00} dt^2 + \Sigma g_{ij} dx_i dx_j \qquad (1)$$

Avec (g_{ij}) est une matrice symétrique. (On supposera classiquement que i,j peuvent représenter les naturels 1,2,3)

On a alors le Postulat suivant, définissant le tenseur de la T.E.G :

POSTULAT 4Ba :

-En tout point fixe P de E_d, on peut définir le tenseur de la T.E.G relativement à une base orthonormée $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$ de E_A par:

$$c^2 d\tau^2 = c^2 dt_e^2 - ds_e^2 \qquad (2)$$

Avec dt_e est un intervalle de temps mesuré dans E_d, ds_e est une longueur mesurée dans E_d et :

$$dt_e^2 = g_{00} dt_A^2$$

$$ds_e^2 = - \Sigma g_{ij} dx_{iA} dx_{jA} \qquad (3)$$

-Si le tenseur métrique de la T.E.G relativement à une base $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$ a l'expression précédente (3), alors si $d\mathbf{M}_A$ est un vecteur élémentaire dans E_A situé en P de coordonnées absolues $(dx_{1A},dx_{2A},dx_{3A})$ dans la base $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$, alors ds_e (donné par l'équation (3)) est la longueur de $d\mathbf{M}_A$ en P mesuré dans E_d (c'est-à-dire d'après le Postulat 4A mesurée par une règle standard en P mais dans E_d).
Si dt_A est un intervalle de temps absolu entre 2 évènements se produisant en P, alors dt_e (donné par l'équation (3)) est la mesure de dt_A en P dans E_d (C'est-à-dire mesuré par une horloge standard en P mais dans E_d.)

Dans le cas où le potentiel est crée par une masse sphérique au repos dans E_A, on peut s'attendre à ce que (g_{ij}) est la forme proche de celle obtenue en R.G ,c'est-à-dire soit diagonale pour une certaine base. Considérons donc le cas où (g_{ij}) est diagonale. Dans ce cas, on peut définir de la façon suivante une base propre de dilatation:

2.2.2 Définition d'une base propre de dilatation ou de contraction .

On considère donc au point P fixe (par rapport à E_A ou E_d) un vecteur élémentaire $d\mathbf{M}_A$, et un intervalle de temps dt_A, tous 2 mesurés dans E_A.
On suppose que $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$ est une base orthonormée de E_A.

On dira que $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$ est une *base propre de dilatation de* E_A (en P) *associée à* (A_x,A_y,A_z,A_t) A_x,A_y,A_z,A_t étant 4 réels, si on a toujours, pour $d\mathbf{M}_A$ vecteur élémentaire mesuré dans E_A en P tel que :

$$d\mathbf{M}_A = dx_A \mathbf{i}_A + dy_A \mathbf{j}_A + dz_A \mathbf{k}_A \qquad (4)$$

Alors $d\mathbf{M}_A$ correspond au vecteur élémentaire $d\mathbf{M}_e$ mesuré dans E_d tel que:

$$d\mathbf{M}_e = dx_A A_x \mathbf{i}_e + dy_A A_y \mathbf{j}_e + dz_A A_z \mathbf{k}_e \qquad (5)$$

$(\mathbf{i}_e,\mathbf{j}_e,\mathbf{k}_e)$ étant une base orthonormée locale de E_d en P telle que $\mathbf{i}_e,\mathbf{j}_e,\mathbf{k}_e$ sont respectivement de même sens et de même direction que $\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A$ et $\mathbf{k}_A$.

et dt_A correspond à l'intervalle de temps dt_e mesuré dans E_d (en P) :

$dt_e = A_t\, dt_A$ (6)

Donc $d\mathbf{M}_e$ a pour coordonnées (dx_e,dy_e,dz_e) dans la base locale orthonormée de E_d en P $(\mathbf{i}_e,\mathbf{j}_e,\mathbf{k}_e)$, avec $dx_e=A_x dx_A$, $dy_e=A_y dy_A$,$dz_e=A_z dz_A$.

On remarque qu'on a aussi l'expression :

$d\mathbf{M}_e= dx_A A_x \mathbf{i}_A+ dy_A A_y\, \mathbf{j}_A + dz_A A_z\, \mathbf{k}_A$ (6aX)

Avec dans l'expression précédente les vecteurs du terme de gauche exprimés dans la base $(\mathbf{i}_e,\mathbf{j}_e,\mathbf{k}_e)$ et ceux du terme de droite dans la base $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$.

On dira que ($\mathbf{i}_e$, $\mathbf{j}_e$, $\mathbf{k}_e$) est une *base propre de contraction de* E_d en P associée à (C_x,C_y,C_z,C_t) avec $C_i=1/A_i$, pour i =x,y,z,t.

Le Référentiel local (P, $\mathbf{i}_e$, $\mathbf{j}_e$, $\mathbf{k}_e$,t_e) dont le temps est le temps éthéré local et donne la simultanéité absolue, sera noté $R_e(P)$ et appelé *Référentiel local propre* de E_d(ou *Référentiel local éthéré propre*)

De même le Référentiel local (P, $\mathbf{i}_A$, $\mathbf{j}_A$, $\mathbf{k}_A$, t_A) dont le temps est le temps absolu, sera noté $R_A(P)$ et appelé *Référentiel local absolu propre*.

Si on a en P un vecteur élémentaire mesuré dans E_d $d\mathbf{M}_e= dx_e\mathbf{i}_e+dy_e\, \mathbf{j}_e +dz_e\mathbf{k}_e$, alors $d\mathbf{M}_e$ correspond au vecteur $d\mathbf{M}_A$ mesuré dans E_A : $d\mathbf{M}_A= C_x dx_e\mathbf{i}_A + C_y\, dy_e\mathbf{j}_A +C_z\, dz_e\, \mathbf{k}_A$

On dira que E_d est alors *localement Euclidien* en P.

On remarque que d'après ce qui précède, on a avec les mêmes notations si ds_e est la longueur de $d\mathbf{M}_e$ mesurée dans E_d :

$ds_e^{\,2} =dx_A^{\,2}(A_x)^2 + dy_A^{\,2}\,(A_y)^{\,2} +dz_A^{\,2}(A_z)^{\,2}$ (7)

et:

$dt_e^{\,2} = (A_t)^2\, dt_A^{\,2}$ (8)

Et donc l'expression du tenseur métrique de la T.E.G en P relativement à une base propre de dilatation est très simple.

On remarque que si on a une base propre de dilatation, on peut généraliser le Postulat 4Ac : Si un objet rigide a une volume V_0 mesuré dans E_A placé dans E_A,(C'est-à-dire en l'abscence de gravitation) alors placé en E_d en un point P où il y a une base propre de dilatation, il a un volume V_0 mesuré dans E_d.

Le Postulat 4Bb permet réciproquement d'obtenir une base propre de dilatation à partir du tenseur métrique de la T.E.G :

2.2.3 Le Postulat 4Bb.

POSTULAT 4Bb :

Si en un point P, le tenseur métrique de la T.E.G a l'expression donnée dans le Postulat 4Ba, avec (g_{ij}) diagonale dans une base $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$ de E_A, avec g_{ii} négatif pour i=1,2,3 et g_{00} positif, alors en P $(\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A)$ est une base propre de dilatation associée à (A_x,A_y,A_z,A_t) A_x,A_y,A_z,A_t étant des réels positifs définis par :

$A_x^{\,2} = - g_{11}$, $A_y^{\,2} = -g_{22}$, $A_z^{\,2} = -g_{33}$ (9)

$A_t{}^2 = g_{00}$

Par exemple si en P le tenseur métrique de la T.E.G a une expression identique au tenseur métrique d'Einstein obtenu en R.G dans le cas d'une masse sphérique, appelé solution de Scwartzchild, (C'est à dire comme on l' a admis qu'on obtient dans l'hypothèse $V/c^2<<1$ le tenseur de la T.E.G par les mêmes équations que celles permettant d'obtenir le tenseur métrique d'Einstein), alors (g_{ij}) est de la forme :

$$g_{11} = \frac{-1}{1-2GM/R_A c^2}, \; g_{22} = g_{33} = -1, \; g_{00} = 1 - 2GM/R_A c^2 \qquad (10)$$

dans la base (**i** , **j** , **k**), avec **i** est dans la direction du rayon de la masse sphérique.
Si d'après le Principe 2ième de la T.E.G on admet que ce tenseur est le tenseur de la T.E.G avec l'approximation $V/c^2<<1$, on obtient le Postulat 4Bc de la T.E.G qui est le plus simple concernant l'existence d'une base propre de dilatation dans le cas d'une masse sphérique au repos dans E_d, en utilisant la Postulat 4Bb :

POSTULAT4Bc :

Dans le cas d'une masse sphérique au repos dans E_d, tel que le potentiel gravitationnel est créé seulement par cette masse, alors si $(\mathbf{i}_A, \mathbf{j}_A, \mathbf{k}_A)$ est une base dans E_A en un point P telle que $\mathbf{i}_A$ est dans la direction du rayon de la masse sphérique, $(\mathbf{i}_A, \mathbf{j}_A, \mathbf{k}_A)$ est alors une base propre de dilatation (en P) associée à (A_x, A_y, A_z, A_t) avec, V étant le Potentiel gravitationnel en P:

$$A_x = \frac{1}{1-V/c^2}, \; A_y = A_z = 1, \; A_t = 1 - V/c^2 \qquad (11)$$

On prendra dans cet article pour « potentiel gravitationnel », (représenté par « V »), une convention différente de la convention habituelle : V est le potentiel gravitationnel en P signifiera dans cet article qu'en P, un objet de masse m a une énergie potentielle gravitationnelle en P E_p=-mV. Cette convention permet d'avoir toujours un potentiel gravitationnel V positif. Nous verrons plus loin que d'après la T.E.G, une masse ponctuelle M génère en P à une distance R_A (mesurée dans E_A) de M, un potentiel gravitationnel $V(P)=GM/R_A$. On utilisera la lettre U pour représenter le potentiel gravitationnel avec sa signification conventionelle, avec donc U=-V négatif.

On voit que le tenseur de la T.E.G obtenu par les dilatations définies dans l'équation (11) n'est pas identique au tenseur métrique de l'équation (10) obtenu en utilisant les équations du tenseur d'Einstein de la R.G lorsque V/c^2 n'est pas négligeable devant l'unité.

On verra plus loin que le Postulat 4Bc, obtenu dans le cas d'une masse sphérique statique créant le Potentiel peut se généraliser dans le cas de plusieurs masses statiques et de forme quelconque. On verra cependant plus loin que dans le cas de masses générant le potentiel gravitationnel non statiques, on devra utiliser cependant les equations de la R.G pour obtenir les ondes gravitationelles (Section 4.8), l'existence de celles-ci étant compatibles avec la T.E.G.

On appellera A_t, introduit dans la définition d'une base propre de dilatation en P *amplification temporelle* locale en P.
On remarque que si on a une base propre de dilatation en P avec les notations de 2.2.3, si on considère un volume dV_A absolu mesuré dans E_A (par exemple un volume parallélépipédique de cotés de longueurs absolues dx_A, dy_A, dz_A suivant $\mathbf{i}_A, \mathbf{j}_A, k_A$), il correspond à un volume parallélépipédique de cotés de longueurs dx_e, dy_e, dz_e mesurées dans E_d suivant $\mathbf{i}_A, \mathbf{j}_A, \mathbf{k}_A$, et donc dV_A correspond au volume dV_e mesuré dans E_d avec :

$$dV_e = dx_e \, dy_e \, dz_e = A_x \, A_y \, A_z \, dx_A \, dy_A \, dz_A = A(e) \, dV_A \qquad (12)$$

On appellera donc aussi $A(e)=A_xA_yA_z$ *l'amplification spatiale* (relativement à E_A) locale en P. D'après l'expression (11), on a A(e) est supérieure à 1 et ceci est l'origine du fait qu'on a appelé E_d « Espace dilaté ».
Ainsi, si un objet rigide a un volume absolu V_0 lorsqu'il est placé dans E_A. S'il est placé dans E_d en un point P où il y a une base propre de dilatation, on a vu qu'il a un volume $V_e=V_0$ mesuré dans E_d . De plus si A(e) est l'amplification spatiale en P, son volume absolu V_A est alors d'après l'équation (12) $V_A=V_e/A(e)=V_0/A(e)$. Son volume absolu est donc contracté d'un facteur 1/A(e) par rapport à un objet identique placé dans E_A c'est-à-dire en absence de gravitation.

On remarque que dans le cas de l'équation (11), on a :

$$A(e) = \frac{1}{A_t} \qquad (13)$$

Ceci sera établi plus loin dans le cas d'une base propre de dilatation quelconque, et sera interprété comme la conséquence de la nature fluidique du temps introduite dans le Postulat 2 du premier article [(6)].

De la même façon qu'on définit l'amplification précédente A(e), on peut définir une contraction spatiale (relativement à E_d) $C(e)=1/A(e)=C_xC_yC_z=1/C_t$
(C_x,C_y ,C_z étant définis dans la section 2.2.3).

2.2.4 Remarques concernant le Postulat 4.

2.2.4 (a)Analogie.

Pour représenter une analogie entre les relations entre E_A et E_d, on peut considérer une feuille de papier calque légèrement courbée au dessus d'une feuille blanche plane.
La feuille blanche plane peut être considérée comme un plan Euclidien,tout point de la feuille courbée est superposé à un point sur la feuille blanche qui est sa projection orthogonale sur celle-ci. On obtient donc entre les distances et les courbes sur les 2 feuilles des relations analogues entre les distances et les courbes de E_A et de E_d.
De même, on peut considérer que sur la feuille pliée, des horloges placées en chaque point ne donnent pas le même temps que les horloges sur la feuille blanche.

2.2.4(b)Cas où (g_{ij}) n'est pas diagonal.

Dans le cas où (g_{ij}), défini dans l'équation (3) n'est pas diagonale, on peut prouver qu'en général, une base propre de dilatation existe.
En effet, utilisant la propriétés qu'une matrice symétrique est diagonalisable, il existe une base orthonormée ($\mathbf{i}_A$',$\mathbf{j}_A$',$\mathbf{k}_A$') de E_A, et des réels g'_{11},g'_{22},g'_{33} tels que l'on ait , (dx'_A,dy'_A,dz'_A) étant les coordonnées d'un intervalle $d\mathbf{M}_A$ en P mesuré dans E_A:

$$ds_e^2 = -\Sigma g_{ij}\, dx_i dx_j = -\, g'_{ii}\, dx'^2_i \qquad (14)$$

Dans le cas où les g'_{ii} sont négatifs, ce qui sera toujours le cas puisque ds_e^2 doit toujours être positif, on obtient donc que ($\mathbf{i}'_A$,$\mathbf{j}'_A$,$\mathbf{k}'_A$) est une base propre de dilatation associée à (A'_x,A'_y,A'_z,A'_t) définis dans le Postulat 4Bb.

2.2.4(c) Fluidité du temps.

On a vu qu'on a dans le premier article (6) associé au temps un fluide temporel, une horloge standard mesurant le temps s'écoulant sur elle, ce temps étant proportionnel à la quantité de fluide temporel

l'ayant traversée. On a vu que cette interprétation justifiait l'égalité entre les contractions spatiales et temporelles observées dans le cas sans gravitation du Postulat 2 de l'article (6).

On peut généraliser cette interprétation du temps dans la T.E.G :
Considérons donc, E_A et E_d ayant été définis comme dans le Postulat 4A un point fixe P dans lequel on a une amplification d'espace A(e), définie dans l'équation (12). On considère que dans E_A, le fluide temporel s'écoule comme dans l'espace absolu dans le cas sans gravitation, c'est-à-dire avec un débit constant (mesuré entre des temps absolus), proportionnel au volume absolu dans lequel il s'écoule.
On suppose comme dans le 1ier article [6] qu'une horloge standard indique un temps proportionnel au fluide temporel ayant traversé les particules lourdes qui la composent (noyaux).
Si une horloge standard est située en P mais dans E_d, les particules lourdes qui la composent sont aussi fixes dans E_d, et on a vu que leur volume absolu, c'est-à-dire mesuré dans E_A est réduit d'un facteur 1/A(e) par rapport aux particules lourdes d'une horloge identique et fixe mais située dans E_A.
Il en résulte que si dt_A est un intervalle de temps mesuré par une horloge standard dans E_A fixe dans E_A, et si dt_e est cet intervalle de temps mesuré par une horloge standard dans E_d en un point P d'amplification spatiale A(e), on a à cause de la contraction du volume absolu de l'horloge dans E_d :

$$dt_e = \frac{dt_A}{A(e)} \qquad (15)$$

Et donc

$$A_t = \frac{1}{A(e)} \qquad (16)$$

On voit donc que l'interprétation de l'aspect fluidique du temps par la T.EG interprète la forme générale des tenseurs de la T.E.G relativement à une base propre en un point P, notamment celui du tenseur d'Einstein dans le cas d'une masse sphérique statique. On a en effet la relation :

$$g_{00} = \frac{-1}{g_{11}} \qquad (17)$$

On voit donc que le Postulat 4 définit les relations entre les longueurs et les temps de 2 espaces fondamentaux,l'Espace absolu (vide superposé) sans gravitation E_A et l'espace éthéré avec gravitation E_d, dans lequel on vit.

2.3 Contractions et lois de la mécanique dans la T.E.G.

2.3.1 Le Postulat 5A.

On voit qu'on a introduit dans le Postulat 4A deux espaces fondamentaux E_A et E_d. Si on veut généraliser les lois en l'absence de gravitation exposées dans les 3 premiers Postulats du 1ier article (Théorie de l'Ether [6]), il est clair que leur généralisation la plus simple serait qu'on puisse les transposer à l'identique dans l'un ou l'autre espace. Le problème est cependant de savoir dans quel espace on doit les généraliser. Nous verrons que parfois il est beaucoup plus naturel et plus simple de les transposer à l'identique dans un des 2 espaces plutôt que l'autre. Parfois il est impossible de les transposer à l'identique dans l'un des 2, et parfois on doit les transposer partiellement dans l'un ou l'autre. Enfin, c'est souvent les expériences réalisées qui confirment ou infirment la validité de ces généralisations. De façon générale cependant, les généralisations de la T.E sans gravitation obtenues dans la T.E.G sont beaucoup plus claires , naturelles et complètes que ne l'est la R.G par rapport à la R.R.

On a vu dans le Postulat 2 qu'un objet animé d'une vitesse v dans un espace absolu sans gravitation E_A se contractait d'un facteur C(v) dans la direction de son mouvement. Introduisant le concept de fluide

temporel, on a justifié que le temps propre de cet objet en mouvement (c'est-à-dire mesuré par une horloge coïncidant avec lui) était contracté du même facteur C(v) par rapport au temps propre d' un objet identique mais au repos dans E_A .
Le Postulat 5A généralise ceci, et en particulier le concept de fluidité du temps en présence de gravitation :

POSTULAT 5A :

a)Si un objet placé en un point fixe P dans E_d est animé d'une vitesse éthérée $\mathbf{v}_e$, alors il se contracte d'un facteur $C(v_e)=(1-v_e^2/c^2)^{1/2}$ par rapport à E_d dans la direction de son mouvement (c'est-à-dire celle de $\mathbf{v}_e$).

b)De plus, le temps propre de l'objet animé de la vitesse éthérée $\mathbf{v}_e$ (c'est-à-dire mesurée par une horloge dans E_d coïncidant avec l'objet) se contracte du même facteur $C(v_e)$ par rapport au temps propre d'un objet en P dans E_d mais au repos dans E_d.

Le Postulat 5A généralise donc le Postulat 2a) et b) ainsi que le concept de fluide temporel.
Considérons un objet matériel O. Si cet objet O est en un point P dans E_d (c'est-à-dire en présence de gravitation) où il y a une base propre de dilatation et que O est animé de plus d'une certaine vitesse par rapport à E_d , O est donc soumis à des contractions temporelles et spatiales par rapport au même objet immobile et situé dans E_A (c'est-à-dire en l'absence de gravitation) provenant de 2 origines : L'une est due à l'effet de la gravitation exprimée dans le Postulat 4Bb, et l'autre à la vitesse éthérée exprimée dans le Postulat 5A .
Le choix d'obtenir une contraction $C(v_e)$ en fonction de $\mathbf{v}_e$ et non de $\mathbf{v}_A$ permet de conserver un Espace localement Euclidien. Il s'ensuit une grande simplicité mathématique.

On suppose qu'on a une base propre de contraction($\mathbf{i}_e$,$\mathbf{j}_e$, $\mathbf{k}_e$) associée aux contractions (C_x, C_y ,C_z , C_t) en un point fixe P de E_d. On considère alors une règle BC en un point P de E_d , telle que mesurée dans E_d au point P, le vecteur $\mathbf{BC}_e$ ait l'expression :

$$\mathbf{BC}_e = a\,\mathbf{i}_e + b\,\mathbf{j}_e + c\,\mathbf{k}_e \qquad (18)$$

Si on anime cette règle d'une vitesse éthérée v_e suivant $\mathbf{i}_e$, alors elle devient d'aprés le Postulat 5A, mesurée dans ($\mathbf{i}_e$,$\mathbf{j}_e$,$\mathbf{k}_e$):

$$\mathbf{BC}_e(v_e)= aC(v_e)\,\mathbf{i}_e + b\,\mathbf{j}_e + c\,\mathbf{k}_e \qquad (19X)$$

De plus d'aprés le Postulat 5A si une horloge dans E_d est animée d'une vitesse éthérée $\mathbf{v}_e$, son temps propre, c'est à dire celui mesurée par une horloge dans E_d coincidant avec elle, devient $T(v_e)=C(v_e)T_e$, T_e étant le temps indiquée par les horloges immobiles dans E_d.

2.3.2 Le Postulat 5.B

On définit les *coordonnées éthérées* localement en un point P fixe de E_d où il y a une base propre de dilatation, comme les coordonnées dans le Référentiel local éthéré (Euclidien) $R_e(P)$, défini en 2.2.2. Et donc, $R_e(P)$ étant tel que la simultanéité dans $R_e(P)$ est équivalente à la simultanéité dans l'espace absolu E_A si on choisit une origine des temps communes à $R_e(P)$ et $R_A(P)$, si T_A est le temps de $R_A(P)$ et T_e le temps de $R_e(P)$, on a, d'après le Postulat 4Bb :

$$T_e=A_tT_A \qquad (26aX)$$

D'après la définition d'une base propre de dilatation, $R_e(P)$ existe toujours si en P il y a une base propre de dilatation.

Le Postulat 5B généralise les lois mécaniques de la T.E exposées dans le 1ier article en présence de gravitation. D'après la définition des variables éthérées qu'on a donnée plus haut, la vitesse éthérée d'une particule, mesurée dans son Référentiel local éthéré $R_e(P)$ est :

$$\mathbf{v}_e = \frac{d\mathbf{M}_e}{dt_e} \qquad (27)$$

On pourrait se demander pourquoi l'expression de la contraction du Postulat 5A est de la forme $C(v_A)$ au lieu de $C(v_e)$. Nous verrons dans l'article suivant « Suite de la Théorie de l'Ether » que ceci simplifie beaucoup le cas d'une masse créant le Potentiel qui n'est pas statique. Cependant avec les amplifications exprimées dans le Postulat 4Bb, on obtient $(C(v_e)/C(v_A))$-1 est de l'ordre de $(V/c^2)(v_e^2/c^2)/(1-v_e^2/c^2)$, avec un Potentiel V sur la terre de l'ordre de 10^{-10}, ce qui correspond à une incertitude de l'ordre de 10^{-10} sur la vitesse. Plus généralement cela signifie que si on a une prédiction théorique d'un temps avec un facteur $C(v_e)/C(v_A)$ (ou d'une longueur), on ne pourra observer cet effet (de différence entre $C(v_e)$ et $C(v_A)$) que si on a une précision du temps (ou de la longueur) supérieure à $(V/c^2)(v_e^2/c^2)/(1-v_e^2/c^2)$, c'est-à-dire à $(V/c^2)(v_e^2/c^2)$ dans le cas où $v_e/c<<1$. Or on n'a jamais obtenu expérimentalement avec une telle précision à la fois une vitesse aussi précise et une mesure du temps aussi précise.

On a alors le Postulat suivant, généralisant les lois sans gravitation :

POSTULAT 5.B

a)L'énergie de mouvement d'une particule est définie par:

$$E = \frac{mc^2}{C(v_e)} \text{ avec } C(v_e) = \sqrt{1 - v_e^2/c^2} \qquad (28)$$

b)L'énergie potentielle en un point P induite par une masse M sphérique au repos dans E_A est, V étant défini comme le potentiel gravitationnel en P induit par M :

$$U = E_P = \frac{-GMm}{r_A} = -mV \qquad (29)$$

r_A est la distance entre P et le centre de la masse M mesurée dans E_A.

c) Localement dans un Référentiel local $R_e(P)$, les équations de Lagrange en coordonnées éthérées sont valides avec le Lagrangien d'une particule de charge q :

$$L = \frac{-mc^2}{\gamma} - U + q\mathbf{v}_e.\mathbf{A}_e \text{ , avec } \gamma = \frac{1}{C(v_e)} \text{ et } U = qV_e - mV_G \qquad (30)$$

Dans l'expression précédente $(\mathbf{A}_e, V_e)$ est le quadrivecteur Potentiel qu'on peut obtenir d'après le Postulat 6 suivant. V_G est le potentiel gravitationnel.

d)Dans les interactions dans $R_e(P)$, l'énergie se conserve, et aussi la quantité de mouvement P_m dans le cas d'un système isolé ou d'une collision élastique, celle-ci, exprimée dans Re(P), étant liée à l'énergie de mouvement E_m par $E_m^2 - P_m^2c^2 = m^2c^2$, m étant la masse inerte d'une particule.

De plus, l'énergie totale d'un objet ponctuel (Somme des énergie de mouvement (Eq.(28)), gravitationnelle (Eq.(29) et électromagnétique (Eq.(30) se conserve non seulement dans les Référentiels locaux $R_e(P)$ mais aussi dans E_d . (Par exemple dans le cas d'une planète).

On remarque qu'on obtient le Postulat 5Bb en généralisant à l'identique les équations classiques donnant le Potentiel gravitationnel dans l'Espace absolu E_A. Il n'est pas possible de généraliser ces équations à l'identique dans E_d car E_d n'est pas Euclidien.

Au contraire E_A est Euclidien, et donc il est possible de transposer à l'identique les équations précédentes dans E_A. On obtient alors facilement le Potentiel gravitationnel en tout point, et on peut alors généraliser dans le cas statique le Postulat 4Bb : En un point P de Potentiel gravitationnel V, il existe une base de dilatation ($\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A$), avec $\mathbf{i}_A$ orthogonal aux équipotentielles, associées aux amplifications (A_x,A_y,A_z,A_t) ayant les mêmes expressions en fonction du Potentiel que dans le Postulat 4Bb.

On peut justifier que les lois de l'interaction gravitationnelle ne se transposent pas à l'identique dans E_d contrairement aux lois des autres interactions, comme l'électromagnétisme, comme on le verra dans le Postulat 6 par le fait que l'interaction gravitationnelle est fondamentalement différente des autres interactions. En particulier, c'est la seule à agir sur le temps et l'espace, mais aussi, c'est la seule à agir sur de très grandes distances De plus, on verra qu'elle n'agit pas sur la masse des particules contrairement aux austres interactions.

On obtient localement les équations de Lagrange en coordonnées éthérées du Postulat 5Bc exactement comme dans le cas classique puisque E_d est localement Euclidien et localement les équations de Maxwell et l'expression de l'énergie en coordonnées éthérées sont identiques aux équations de Maxwell et l'expression de l'énergie classiques.

On voit que les équations précédentes du Postulat 5B sont extrêmement simples, généralisant la Théorie de l'Ether sans gravitation présentée dans le 1^{ier} article. On verra qu'elles permettent d'obtenir certains résultats (déviation du périhélie de Mercure et de la lumière par une masse), de façon complètement analogue à la méthode classique pré-relativiste. Elles expliquent aussi, avec le Postulat 6 suivant, pourquoi la prédiction théorique des expériences réalisées en laboratoire en physique des particules ne nécessite pas de faire intervenir des corrections dues à la T.E.G : Les équations prévoyant le résultat de ces expériences sont avec une très bonne approximation identiques exprimées en coordonnées éthérées à leur expression en l'absence de gravitation.

2.4 La lumière et les photons dans la T.E.G-Postulat 6

Le Postulat 6 exprime les lois de la T.E.G concernant la lumière et les photons.

2.4.1 Le Postulat 6.A

Ce Postulat généralise les équations de Maxwell dans la T.E.G :

POSTULAT 6.A :

Les équations de Maxwell sont valides exprimées dans un Référentiel local $R_{e(}P)$ en coordonnées éthérées, en tout point P où il y a une base propre de dilatation.

Une conséquence de ce Postulat 6A est que la vitesse éthérée de la lumière et des photons se propageant dans E_d est constante et est égale à c. On voit que ceci est en accord avec le Postulat 5Ba.

2.4.2 Le Postulat 6.B :

On conserve notre modèle de photon introduit dans le 1^{ier} article [(6)]. Selon ce modèle, un photon est constitué de 2 points matériels se déplaçant à la vitesse c. Ici d'après ce qui précède c est la vitesse éthérée des photons. La période absolue T_A d'un photon est l'intervalle de temps mesuré dans E_A en un point fixe P de E_A, (C'est-à-dire par une horloge standard dans E_A coïncidant avec P) entre l'arrivée des 2 points matériels. La période éthérée T_e mesurée en P de ce photon est l'intervalle de temps entre l'arrivée des 2 points matériels mesurée par une horloge standard en P mais dans E_d et non dans E_A.

On a donc la relation si on a une amplification temporelle A_t en P, d'après l'équation (6) :

$$T_e=A_tT_A \qquad (31X)$$

La fréquence absolue ν_A et la fréquence éthérée ν_e du photon en P sont respectivement l'inverse de T_A et de T_e.
On a vu dans le 1ier article que d'après le Postulat 1, l'énergie d'un photon sans gravitation était $E=h\nu_A$, ν_A fréquence absolue du photon. Ceci est généralisé dans le Postulat suivant :

POSTULAT 6B :

a) L'énergie d'un photon de fréquence absolue ν_A est :

$$E=h\nu_A \qquad (32)$$

b)L'impulsion (mesurée dans $R_e(P)$) d'un photon de fréquence éthérée ν_e se déplaçant dans la direction d'un vecteur unitaire **u** est :

$$P_m=(h\nu_e/c)\mathbf{u} \qquad (33X)$$

On rappelle que d'après l'équation (31X) en un point P d'amplification temporelle A_t :

$$\nu_e =\nu_A /A_t = \nu_AC_t \qquad (34)$$

On peut interpréter le Postulat 6B par le fait qu'un photon de fréquence éthérée ν_e a une masse inerte nulle mais une masse grave de $h\nu_e/c^2$. On suppose que son énergie de mouvement est $E_m=h\nu_e$.

Il en résulte que son énergie totale est $E=h\nu_e-h\nu_eV/c^2=h\nu_e(1-V/c^2)$. Et donc supposant que comme dans le Postulat 4Bb et sa généralisation l'amplification temporelle en P est $A_t=1-V/c^2$, on obtient que l'énergie du photon est d'après l'équation (34) $E=h\nu_eA_t=h\nu_A$.

Utilisant la relation entre l'énergie de mouvement E_m et l'impulsion P_m on obtient l'équation (33X).

Nous verrons dans l'article suivant « Suite de la Théorie de l'Ether » une 2ième interprétation utilisant les équations de la mécanique quantique dans la T.E.G .

On remarque que d'après la conservation de l'énergie, la fréquence absolue du photon se conserve mais non sa fréquence éthérée.

2.4.3 Le Postulat 6.C :

Ce Postulat généralise le Postulat 3 du 1ier article (6) :

POSTULAT 6C :

Si une particule placée dans E_A (C'est-à-dire en absence de gravitation) émet au repos par rapport à E_A un photon ayant une période absolue T_0 par un processus Φ, (désintégration ou désexcitation) alors une particule identique placée dans E_d émettra par un processus identique Φ un photon de période T_p, T_p temps entre l'émission des 2 points matériels mesuré par une horloge dans E_d coïncidant avec la particule avec :

$$T_p=T_0 \qquad (35)$$

D'après l'équation (26aX) et le Postulat 5A, si T_A est le temps absolu correspondant à T_p et si v_e est la vitesse éthérée de la particule, on a si C_t est la contraction temporelle là où est la particule :

$$T_p = T_0 = C(v_e)T_e = \frac{C(v_e)T_A}{C_t} \qquad (36X)$$

Et donc :

$$\nu_p = \nu_0 = \frac{\nu_A C_t}{C(v_e)} \qquad (37X)$$

Dans le cas où $v_e = 0$:

$$\nu_p = \nu_0 = \nu_A C_t \qquad (38)$$

2.4.4 Remarque sur les équations de Maxwell.

On remarque que dans l'expression des équations de Maxwell dans E_d en un point P où on a une base de dilatation on doit utiliser les coordonnées éthérées en particulier pour la densité de charge ρ_e et le vecteur densité de courant $\mathbf{j}_e = \rho_e \mathbf{v}_e$.

Supposons qu'on ait un élément uniformément chargé de charge q et de volume absolu V_0 placé dans E_A (c'est-à-dire en l'absence de gravitation) et au repos . Dans ses conditions sa densité de charge est $\rho_0 = q/V_0$ .On a vu que placé dans E_d et au repos, son volume V_e mesuré dans E_d était égal à V_0, et donc sa densité de charge mesurée dans E_d est ρ_e avec :

$$\rho_e = q/V_e = q/V_0 = \rho_0. \qquad (39)$$

Si V_A est son volume absolu (toujours immobile et placé dans E_d), sa densité de charge mesurée dans E_A est alors ρ_A avec :

$$\rho_A = \frac{q}{V_A} \qquad (40)$$

Mais on a vu que si C(e) était la contraction spatiale en P, on avait la relation entre V_A et V_e :

$$V_A = C(e)\, V_e \qquad (41)$$

Et donc :

$$\rho_A = \frac{\rho_0}{C(e)} \qquad (42)$$

Si l'élément chargé est dans E_d et est mais est animée de la vitesse éthérée $\mathbf{v}_e$, alors son volume se contracte de $C(v_e)$, et donc sa densité de charge s'accroît d'un facteur $1/C(v_e)$, et donc :

$$\mathbf{j}_e = \frac{\rho_0}{C(v_e)} \mathbf{v}_e = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_e}{dt_e C(v_e)} \qquad (43X)$$

$$\mathbf{j}_e = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_e}{dt_p} \qquad (44X)$$

dt_p étant le temps propre de l'élément chargé (cf l'équation (26)), on retrouve une expression très simple et complètement analogue au cas sans gravitation de $\mathbf{j}_e$ pour un élément chargé en mouvement et de ρ_e pour un élément chargé immobile.

2.4.3 Généralisation de la loi de Newton.

En un point P fixe de E_d où il y a une base propre de dilatation, on a généralisé toutes les lois sans gravitation à l'identique localement, dans les Postulats 5B et 6A. Il en résulte que la loi relativiste généralisant la loi de Newton est valide en coordonnées éthérées pour un objet de masse m, c'est-à-dire qu'on a:

$$\sum \mathbf{F}_e = \frac{d}{dt_e}\left(\frac{m\mathbf{v}_e}{\sqrt{1-v_e^2/c^2}}\right) \qquad (53)$$

Puisque les équations de Maxwell sont vraies en coordonnées éthérées, on obtient par ces équations en P des champs électrostatiques et magnétiques $\mathbf{E}_e$ et $\mathbf{B}_e$, la force $\mathbf{F}_{em}$ s'exerçant sur une particule de charge q étant :

$$\mathbf{F}_{em} = q(\mathbf{E}_e + \mathbf{v}_e \wedge \mathbf{B}_e) \qquad (54X)$$

2.5 Cas d'un Référentiel Galiléen.

Jusqu'ici on a considéré seulement le cas d'une ou plusieurs masses statiques c'est-à-dire immobiles dans E_A et dans E_d, et seulement l'expression des lois dans l'Espace éthéré E_d, qui est fixe par rapport à E_A.

Les Postulats qu'on a donnés concernant les lois mécaniques ainsi que les contractions spatiales et temporelles permettent de traiter le cas où la masse créant le Potentiel est au repos dans E_d, mais où l'observateur est dans E_d mais dans un Référentiel en mouvement $R_{eG}(P)$ (animé d'une vitesse constante éthérée constante en direction et norme par rapport à $R_e(P)$, et avec des axes parallèles à ceux de $R_e(P)$). On dira que $R_{eG}(P)$ est un *Référentiel Galiléen (éthéré) local*). On obtient que utilisant $R_{eG}(P)$, de façon totalement analogue à la Théorie de l'Ether sans gravitation, on peut définir un *Référentiel de Lorentz (éthéré) local* $R_{eL}(P)$, et qu'on peut appliquer dans $R_{eL}(P)$ les mêmes lois physiques que dans $R_e(P)$. On utilise alors les transformations entre $R_{eL}(P)$ et $R_{eG}(P)$, qui sont identiques à celles établies dans la Théorie de l'Ether sans gravitation

Concernant le cas non-statique, c'est-à-dire le cas où la masse générant le Potentiel est en mouvement dans l'Espace absolu E_A, nous traiterons ce cas dans l'article suivant Suite de la Théorie de l'Ether. On verra que là aussi, on peut appliquer les mêmes lois que dans E_d dans le cas statique. Tout ceci apparaîtra comme étant la conséquence du 1ier Principe b) de la T.E qu'on a rappelé dans la section 2.1, et qui est aussi fondamental dans l'interprétation de la T.E.G qu'il l'est dans la T.E sans gravitation.

Nous verrons qu'il sera utile d'utiliser un *Référentiel Galiléen absolu* (local ou non) R'_A qui est défini par rapport à E_A exactement comme Référentiel Galiléen par rapport à l'Ether, Espace fixe absolu, en l'absence de gravitation. Les transformations entre E_A et R'_A sont alors, avec les mêmes hypothèses concernant les relations entre E_A et R'_A que celles concernant les relations entre R et R' dans le 1ier article [6]:

$$X'_A = \frac{X_A - v_A T_A}{C(v_A)} \quad , \quad Y'_A = Y_A, \; Z'_A = Z_A$$

$$T'_A = T_A\, C(v_A) \qquad (58)$$

De même on associe un *Référentiel de Lorentz absolu* R''_A à R'_A, retardant les horloges de R'_A de $v_A X'_A/c^2$:

$X''_A = X'_A$, $Y''_A = Y'_A$, $Z''_A = Z'_A$
$T''_A = T'_A - v_A X'_A / c^2$ (59)

Les équations exposées dans les 3 Postulats précédents apparaissent aussi comme une conséquence partielle du 1ier Principe de la T.E : A cause de leur forme, il est très difficile à un observateur en mouvement de détecter son mouvement par rapport à l'Espace absolu E_A en utilisant les lois de la T.E.G c'est-à-dire celles présentées dans les Postulats 4,5,6. Nous verrons aussi dans l'article suivant que ce Principe permet d'obtenir les lois lorsque la masse créant le Potentiel gravitationnel est en mouvement, mais au repos dans un Référentiel Galiléen, au moyen d'une seule nouvelle loi fondamentale.

3. APPLICATIONS

Utilisant les Postulats 4,5,6 de la T.E.G exposés dans la section précédente, on interprète les phénomènes classiques liés à la R.G, mais de façon beaucoup plus simple et compréhensible que la R.G. Ces phénomènes principaux sont le décalage vers le rouge par effet gravitationnel, le ralentissement des horloges dû à la gravitation, la déviation du périhélie de Mercure et celle de la lumière par une masse. Nous explicitons aussi la base propre de dilatation dans un cas non-statique.

Comme on l'a remarqué dans la section précédente, on se limitera, sauf si on indique explicitement le contraire, au cas où on a une masse statique dans E_d et un observateur au repos dans E_d. Ces phénomènes se généralisent cependant au cas général d'une masse non statique (au repos dans un Référentiel Galiléen) et d'un observateur en mouvement en utilisant aussi les lois présentées dans les Postulats de la T.E.G 4,5,6 et en utilisant une loi, qu'on donnera dans l'article suivant Suite de la Théorie de l'Ether, permettant de généraliser le cas d'une masse créant le Potentiel qui est statique au cas d'une masse créant le Potentiel gravitationnel qui est non statique.

3.1 Décalage vers le rouge par effet gravitationnel.

On considère une source située à la surface d'une masse sphérique M en un point fixe H à la verticale et à une hauteur h (très petite devant le rayon de la masse M) par rapport à un point O, qui émet un photon vers O. On note $\nu_e(h)$ et $\nu_e(0)$ les fréquences éthérées (c'est-à-dire mesurées en H et en O dans E_d) du photon en H et en O, et ν_A la fréquence absolue du photon (On rappelle que celle-ci est identique en H et en O à cause de la conservation de l'énergie exprimée dans le Postulat 5B).

On suppose qu'on a des bases propres de contraction (et donc de dilatation) en P et en O, on note C(h) et C(0) les contractions spatiales en H et en O (définies dans la section 2.2.4). D'après cette définition et l'équation (34), on a

$$\nu_e(h) = \frac{\nu_A}{C(h)} \qquad (60aX)$$

Puisque la fréquence absolue ν_A du photon se conserve, on a :

$$\nu_e(0) = \frac{\nu_A}{C(0)} \qquad (60bX)$$

Et donc :

$$\frac{\nu_e(0)}{\nu_e(h)} = \frac{C(h)}{C(0)} \qquad (61aX)$$

$$\nu_e(0) = \nu_e(h)\frac{C(h)}{C(0)} = \nu_e(h)\frac{A_t(h)}{A_t(0)} \qquad (61bX)$$

$$\nu_e(0) = \nu_e(h)\frac{1-V(h)/c^2}{1-V(0)/c^2} \qquad (61cX)$$

Avec V(h) et V(0) sont les potentiels gravitationnels en H et en O, en utilisant que C(h) et C(0) sont respectivement égales à 1/A(h) et à 1/A(0), avec A(h) et A(0) amplification spatiale en H et en O. On rappelle qu'on a A(h)=1/A_t(h) et A(0)=1/A_t(0), A_t(h) et A_t(0) amplifications temporelles en H et en O. On utilise aussi l'expression de l'amplification temporelle At donnée dans le Postulat 4Bb (Equation (11)) . Et donc avec l'approximation V(h)/c^2 <<1 et V(0)/c^2<<1 :

$$\nu_e(0) = \nu_e(h)(1-V(h)/c^2+V(0)/c^2) \qquad (62aX)$$

De plus si on connaît la fréquence absolue ν_0 d'un photon émis par un processus identique par une source au repos dans l'Espace E_A, c'est-à-dire sans gravitation, on a d'après le Postulat 6C :

$$\nu_e(h)=\nu_0 \qquad (62bX)$$

Et donc on obtient :

$$\nu_e(0) = \nu_0(1-\frac{V(h)}{c^2}+\frac{V(0)}{c^2}) \qquad (62cX)$$

Cet effet a été vérifié expérimentalement sur la terre, avec les approximations précédentes concernant V et h, qui conduisent à obtenir, utilisant le Postulat 5Bb, les expressions classiques de V(h) et V(0) (C'est-à-dire V(0)-V(h)≈gh)

3.2 Décalage vers le rouge des photons émis par le soleil.

Cette observation est de même nature que la précédente. On suppose que des photons sont émis par une source par un certain processus au repos à la surface d'une masse sphérique S (identique au soleil) et qu'on mesure leur fréquence lorsqu'ils atteignent la surface d'une masse sphérique T au repos.

Connaissant le potentiel gravitationnel V(S) et V(T) à la surface de S et T, on obtient de la même façon que l'équation (62cX) et avec des notations évidentes, que la fréquence des photons reçus ν_e(T) mesurés à la surface de T est :

$$\nu_e(T) = \nu_0(1-\frac{V(S)}{c^2}+\frac{V(T)}{c^2}) \qquad (63X)$$

De plus on sait que si des photons sont émis par une source et un processus identique à la surface de T, leur fréquence mesurée à la surface de T est alors $\nu_{Te0}=\nu_0$.

On obtient donc :

$$\frac{\nu_e(T)}{\nu_{Te0}} = 1-\frac{V(S)}{c^2}+\frac{V(T)}{c^2} \qquad (64X)$$

Cet effet a effectivement été observé prenant pour S et T le soleil et la terre, avec les approximations V(T)/c^2<<1 et V(S)/c^2<<1, prenant donc alors V(S) et V(T) approximativement identique à leur expression classique, d'après le Postulat 5Bb.

3.3 Décalage des horloges par effet gravitationnel.

On suppose qu'on a une masse sphérique M créant le Potentiel, M étant au repos dans E_d, et on considère à la surface de M une horloge située en un point fixe H à la verticale et à une altitude h (avec h très petite devant le rayon de la sphère) par rapport à un point O. On suppose qu'on a des bases propres de dilatation et de contraction en H et en O, et on utilise les notations analogues à celles de la section 3.1.

On suppose que l'horloge en H mesure un temps T(H).

A cause de l'amplification temporelle $A_t(H)$ en H, le temps T(H) correspond à un temps absolu T avec d'après l'équation (6), A(H) amplification d'espace en H et C(H) contraction spatiale en H :

$$T(H) = TA_t(H) = \frac{T}{A(H)} = TC(H) \qquad (68)$$

Si T(O) est le temps mesuré par une horloge fixe en O pendant le temps absolu T, on a alors de la même façon que l'équation (68) et avec C(O) contraction spatiale en O :

$$T(O)=TC(O) \qquad (69)$$

Utilisant alors comme dans la section 3.1 les expressions de C(O) et C(H), on obtient:

$$\frac{T(H)}{T(0)} = \frac{C(H)}{C(0)} = 1 - \frac{V(H)}{c^2} + \frac{V(0)}{c^2} \qquad (70)$$

Avec V(H)<V(0), (car h>0)

Et donc l'horloge en O est ralentie par rapport à l'horloge en H à cause de l'effet de la gravitation sur le temps. Cet effet théorique est en accord avec l'expérience, prenant pour M la terre, avec les mêmes approximations que dans la section 3.1.

Nous allons dans les 2 applications suivantes obtenir dans la T.E.G la déviation du périhélie de Mercure et d'un rayon lumineux d'une façon nouvelle, généralisant une méthode qu'on peut utiliser pour obtenir la trajectoire d'une planète dans la théorie de Newton, c'est à dire sans utiliser le concept de géodésique utilisé dans la R.G, mais en utilisant l'expression de l'énergie et le Lagrangien classique associé à une énergie.

3.4 Déviation du périhélie de Mercure.

Pour obtenir la trajectoire de planètes, on rappelle qu'on ne peut pas utiliser l'équation des forces (53) ni les équations de Lagrange en coordonnées éthérées du Postulat 5Bc car l'Espace E_d n'est pas Euclidien. Cependant, on a l'expression de l'énergie totale obtenue dans le Postulat 5B. L'espace absolu E_A étant Euclidien, on admettra cependant dans cette section que si on utilise des coordonnées absolues q_{iA}, on peut appliquer les équations de Lagrange exprimées avec des coordonnées absolues c'est à dire:

$$\frac{d}{dt_A}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_{iA}}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_{iA}} = 0 \qquad (70aX)$$

Dans l'expression précédente, L est obtenu classiquement à partir de l'énergie, et a donc l'expression donnée dans le Postulat 5Bc. On admettra l'équation précédente (70aX) avec la condition qu'en tout point $P(q_{1A},q_{2A},q_{3A})$ il existe une base propre de dilatation $(\mathbf{x}_1,\mathbf{x}_2,\mathbf{x}_3)$, avec $\partial\mathbf{P}/\partial q_{iA} \,//\, \mathbf{x}_i$ (pour i=1,2,3).

Nous donnerons une justification simple de cette équation (70aX) avec les conditions précédentes dans la section 4.7.

On utilisera les coordonnées sphériques absolues (r,θ,φ) , dans le cas d'une masse M générant le Potentiel fixe et sphérique de centre O. On a donc bien la condition : $\partial\mathbf{P}/\partial r//\mathbf{u}_r, \partial\mathbf{P}/\partial\theta//\mathbf{u}_\theta, \partial\mathbf{P}/\partial\varphi//\mathbf{u}_\varphi$, avec $(\mathbf{u}_r,\mathbf{u}_\theta,\mathbf{u}_\varphi)$ base propre de dilatation d'après le Postulat4Bb.

D'après le Postulat 5B, l'énergie d'une planète est :

$$E = \gamma mc^2 - \frac{GMm}{r_A} \qquad (71)$$

m étant la masse de la planète, r_A étant sa distance au centre du soleil, M étant la masse du soleil,(On rappelle qu'on considère qu'on peut supposer pour obtenir la trajectoire de la planète que le soleil est fixe dans E_d). γ est définie par :

$$\gamma = \frac{1}{C(v_e)} \text{ et } C(v_e) = (1-v_e^2/c^2)^{1/2} \qquad (72)$$

$\mathbf{v}_e$ étant la vitesse éthérée de la planète, définie dans le Postulat 5B.
f étant une fonction du temps absolu t_A, on définit f' par :

$$f' = \frac{df}{dt_A} \qquad (73)$$

Pour $v_e/c<<1$, on a l'approximation :

$$E = mc^2 + \frac{mv_e^2}{2} - \frac{GMm}{r_A} \qquad (74)$$

On suppose qu'on utilise les coordonnées sphériques absolues (r_A,θ_A,φ_A), $(\mathbf{u}_r,\mathbf{u}_\theta,\mathbf{u}_\varphi)$ étant la base orthonormée de E_A définie en tout point P naturellement associée aux coordonnées (r_A,θ_A,φ_A). D'après le Postulat 4B, $(\mathbf{u}_r,\mathbf{u}_\theta,\mathbf{u}_\varphi)$ est une base propre de dilatation associée à $(A_r,A_\theta,A_\varphi,A_t)$ avec $A_\varphi=A_\theta=1$ et, V étant le Potentiel gravitationnel en P:

$$A_t = \frac{1}{A_r} = 1 - \frac{V}{c^2} \qquad (75)$$

Avec l'approximation $V/c^2<<1$ et utilisant le Postulat 5Bb:

$$A_r = 1 + V/c^2 = 1 + \frac{GM}{r_A c^2} \qquad (76)$$

On obtient alors d'après le Postulat 4Ba et la définition d'une base propre de dilatation (Equation (7)) :

$$v_e^2 = \frac{ds_e^2}{dt_e^2} = \frac{dr_A^2 A_r^{\ 2}}{dt_A^2 A_t^2} + \frac{r_A^2 d\varphi_A^{\ 2}}{dt_A^2 A_t^2} \qquad (77X)$$

Avec la relation $A_t = 1/A_r$, l'expression de l'énergie devient :

$$E = \frac{1}{2} m\left(\frac{dr_A^2}{dt_A^2} A_r{}^4 + r_A^2 A_r{}^2 \frac{d\varphi_A{}^2}{dt_A^2}\right) - \frac{GMm}{r_A} \qquad (78X)$$

Et, en omettant le suffixe "A" :

$$E = \frac{1}{2} m(r'^2 (1 + 4GM / rc^2) + r^2 \varphi'^2 (1 + 2GM / rc^2)) - \frac{GM}{r} \qquad (79)$$

Utilisant alors l'équation de Lagrange (70aX) pour la coordonnée absolue φ:

$\varphi' \, r^2 \, (1 + 2GM/rc^2) = ch$ (80)

Exprimant l'énergie en fonction de φ:

$$E = \frac{1}{2} \varphi'^2 \left(\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 (1 + 4GM / rc^2) + r^2 (1 + 2GM / rc^2)\right) - \frac{GMm}{r} \qquad (81)$$

Remplaçant φ' par son expression d'après l'équation (80):

$$\frac{E}{m} = \frac{1}{2} \frac{c^2 h^2}{r^4 (1 + 2GM / rc^2)^2} \left(\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 (1 + 4GM / rc^2) + r^2 (1 + 2GM / rc^2)\right) - \frac{GM}{r} \qquad (82)$$

On obtient alors :

$$\frac{E}{m} = \frac{1}{2} c^2 h^2 \left(\frac{1}{r^4} \left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 + \frac{1}{r^2} (1 - 2GM / rc^2)\right) - \frac{GM}{r} \qquad (83)$$

Posant u=1/r :

$$\frac{E}{m} = \frac{1}{2} c^2 h^2 \left(\left(\frac{du}{d\varphi}\right)^2 + u^2 (1 - 2GMu / c^2)\right) - GMu \qquad (84)$$

Différentiant par rapport à φ:

$$c^2 h^2 \left(\frac{d^2 u}{d\varphi^2} + u - 3GMu^2 / c^2\right) - GM = 0 \qquad (85)$$

On retrouve donc l'équation de Schwartzchild, identique à celle obtenue en R.G, donnant la trajectoire de Mercure et la déviation de son périhélie.

On a obtenu l'équation de la trajectoire de Mercure non dans E_d, qui n'est pas Euclidien, mais dans E_A qui est Euclidien. Si on considère le modèle où la terre est immobile dans E_d, un observateur étant dans E_d sur la terre en un point fixe P, on connaît les relations entre les coordonnées d'un vecteur dans une base propre de dilatation ($\mathbf{i}_A$,$\mathbf{j}_A$,$\mathbf{k}_A$) en P et ses coordonnées dans la base de contraction ($\mathbf{i}_c$,$\mathbf{j}_c$,$\mathbf{k}_c$) associée. On sait que, d'après le Postulat 4Bb, celles-ci sont approximativement identiques avec une précision de l'ordre de V/c^2 c'est-à-dire 10^{-9} si V est le potentiel à la surface de la terre. Il en résulte qu'on observe la trajectoire de Mercure depuis la terre comme si on était dans E_A et donc

l'angle de déviation du périhélie de Mercure mesuré depuis la terre est celui obtenu par l'équation de Schwartzchild dans E_A.

Si on veut tenir compte de la vitesse de la terre autour du soleil, il intervient alors d'après le Postulat 5A un facteur $C(v_A)$ supplémentaire par rapport aux transformations précédentes entre les coordonnées d'un Référentiel lié à un observateur dans E_d sur la terre (et donc animé de la vitesse absolue v_A) et E_A, et donc aussi on peut négliger cet effet sur l'observation de l'angle de déviation car v_A^2/c^2 est de l'ordre de 10^{-8}. On devrait aussi tenir compte de cet effet en Relativité s'il n'était pas négligeable.

Il n'est pas nécessaire de généraliser toutes les équations de Lagrange locales dans E_d à des équations de Lagrange dans E_A. Cependant les équations de Lagrange qu'on admet dans E_A doivent elles-mêmes être compatibles avec les équations locales dans E_d et aussi avec l'expression de l'énergie.

On peut montrer que l'équation de Lagrange dans E_A relativement à $q_{iA}=r_A$ telle qu'on l'a définie est incompatible avec l'expression de l'énergie (On le montre en considérant le cas où $\varphi'=0$). On admettra seulement dans les coordonnées sphériques les équations de Lagrange dans E_A relativement à $q_{iA}=\theta_A$ et $q_{iA}=\varphi_A$. Ceci revient à n'accepter la validité des équations de Lagrange dans E_A seulement relativement à q_{iA} si $A_{qiA}=1$ ou si aucun des A_{qjA} n'utilise q_{iA}. Dans tous les cas les équations de Lagrange dans E_A qu'on admet et celle de l'énergie permettent de déterminer tous les paramètres de la trajectoire du système considéré.

On remarque que pour un mouvement circulaire, avec r constant, il y a pour chaque rayon R_A une infinité de constante ch et donc de vitesse orditale ve qui sont solution des équations admises et de $r=R_A$. Et donc on admettra seulement la solution qui est la limite des solutions avec $dr/d\varphi\neq 0$. Par exemple si on a $v_e/c<<1$ et $GM/R_Ac^2<<1$ on prendra $du/d\varphi=0$ dans l'équation de Schwartzchild de la trajectoire de Mercure.

On remarque que dans la R.G la déformation de l'espace-temps génère la gravité alors que dans la T.E.G c'est la gravité qui déforme l'espace-temps. Contrairement à la R.G, la T.E.G est compatible avec et interprète la mécanique quantique dont les équations sont valides localement exprimées en coordonnées éthérées dans la T.E.G.

3.5 Déviation de la lumière par une masse.

On a vu que d'après le Postulat 5B, et aussi d'après le Postulat 6A, la vitesse éthérée de la lumière était constante et égale à c. On a donc, $\mathbf{v}_e$ étant la vitesse éthérée d'un photon :

$$v_e^2 = c^2 \qquad (86)$$

Considérant la même masse sphérique que dans l'exemple précédent, et les mêmes coordonnées sphériques absolues, omettant le suffixe A pour représenter les coordonnées absolues, on obtient de la même façon que l'équation (79) :

$$v_e^2 = r'^2 (1 + 4GM/rc^2) + r^2 \varphi'^2 (1+2GM/rc^2) = c^2 \qquad (87)$$

Généralisant l'équation de Lagrange (70aX), on obtient de la même façon que l'équation (80) :

$$\varphi' r^2 (1+2GM/rc^2) = ch \qquad (88)$$

Procédant comme dans la section précédente, on obtient à nouveau l'équation de Scwartzchild:

$$\frac{d^2u}{d\varphi^2} + u - 3GMu^2/c^2 = 0 \qquad (89a)$$

Cette équation donnant la déviation d'un rayon lumineux par une masse, est identique à celle obtenue en R.G et a été vérifiée expérimentalement.

Comme dans l'application précédente, l'équation (89a) donne l'équation de la trajectoire du rayon lumineux dans E_A, mais c'est aussi la trajectoire observée par un observateur dans Ed sur la terre, même en tenant compte de la vitesse de rotation de celle-ci.

On rappelle qu'on pourra généraliser toutes les applications précédentes au cas où la masse créant le Potentiel n'est pas au repos dans E_A, mais est au repos dans un Référentiel Galiléen R'_A quelconque, défini dans la section 2.5.

On remarque que dans nos exemples concernant le système solaire, on n'a pas tenu compte du potentiel (gravitationnel) V_{MW} généré par la galaxie (Voie Lactée) qui est très important. Cependant, on peut faire l'hypothèse que dans le système solaire, V_{MW} est à peu prés constant et égal à $V_{MW}(S)$. Alors en tenant compte de ce potentiel, en un point P du système solaire, $V_S(P)$ étant le potentiel généré en P par le soleil et $V_T(P)$ le potentiel total en P :

$$V_T(P)=V_S(P)+V_{MW}(S) \qquad (89b)$$

Et donc dans le Référentiel R_S lié au soleil (supposé au repos dans l'Ether), les équipotentielles sont celles définies par $V_T(P)$=constante, donc $V_S(P)$=constante. Et donc on a les mêmes bases de dilatation en P que sans tenir compte du potentiel généré par la voie lactée, d'après la remarque suivant le Postulat 5B) permettant d'obtenir les bases de dilatation à partir des équipotentielles. D'après le Postulat 4Bc) (Equation (11)), on a l'amplification temporelle en P $A_t(P)$:

$$A_t(P)=1-V_S(P)/c^2-V_{MW}(S)/c^2 \qquad (89c)$$

On peut donc écrire, t_{eS} étant le temps éthéré dans le Référentiel lié au soleil :

$$dt_{eS}(P)=A_t(P)dt_A=(1-V_S(P)/c^2)dt_{AS} \qquad (89d)$$

Avec $dt_{AS}=(1-V_{MW}(S)/c^2)dt_A$.

De même :

$$dr_{eS}=dr_{AS}/(1-V_S(P)/c^2 \qquad (89e)$$

$$\text{Avec } dr_{AS}=dr_A/(1-V_{MW}(S)/c^2) \qquad (89f)$$

De plus :

$$r_A^2d\varphi_A^2=(r_A/(1-V_{MW}(S)/c^2)^2(d\varphi_A(1-V_{MW}(S)/c^2)^2 \qquad (89g)$$

$$r_A^2d\varphi_A^2=r_{AS}^2d\varphi_{AS}^2 \qquad (89h)$$

$$\text{Avec } \varphi_{AS}=\varphi_A(1-V_{MW}/c^2) \qquad (89i)$$

Et donc, remplaçant $t_A(1-V_{MW}/c^2)$ par t_{AS}, $r_A/(1-V_{MW}/c^2)$ par r_{AS}, $\varphi_A(1-V_{MW}/c^2)$ par φ_{AS} et θ_A par θ_{AS}, on voit que tout se passe comme si le Référentiel dilaté E_d lié au soleil était superposé non pas au Référentiel R_A qu'on a utilisé sans tenir compte du potentiel généré par la Voie Lactée, mais à un Référentiel absolu R_{AS} défini précédemment en fonction de R_A. Et donc on retrouve les mêmes résultats concernant la déviation du périhélie de Mercure et de la lumière au voisinage du soleil que sans tenir compte du potentiel généré par la Voie Lactée V_{MW}.

Notons que dans l'équation (71), on doit remplacer GM/r_A par GM_{AS}/r_{AS}, c'est-à-dire M par $M_{AS}=Mr_{AS}/r_A=M/(1-V_{MW}(S)/c^2)$.

Cependant, on peut montrer que le modèle précédent conduit à une précession supplémentaire du périhélie de Mercure, très importante et non vérifiée, ce qui conduit à déduire l'invalidité du

modèle. Ceci pourrait être dû à ce que l'amplification d'espace qu'on a utilisée est fausse, et nous allons proposer un nouveau modèle en ce sens.

On verra plus loin dans la section sur les trous noirs que la masse inerte m_{IA1} de A_1 (En général proche de la somme des masses inertes des particules constituant A) est égale à la somme des énergies totales des particules qui constituant A_1 générées par A_1 lui-même dans le Référentiel Galiléen absolu R_{AA1} (énergie éthérée de mouvement, énergie potentielle).

On admettra que dans des conditions que nous allons définir, en un point P au voisinage d'un astre E_S, fixe dans le Référentiel Galiléen absolu, (c'est-à-dire relativement à un Référentiel absolu R_A) d'origine G_S le centre d'inertie de S et noté R_{AS}, l'amplification d'espace en P A(e)(P) relativement à R_{AS} est (Avec $h\nu_{AS}=h\nu_{eS}/A(e)$):

$$A(e)(P)=1/(1-V_{ES}(P)/c^2) \qquad (89j)$$

Avec $-V_{ES}(P)$ potentiel généré par E_S en P calculé dans R_{AS}. On admettra que ceci est vrai si P est dans une région où le champ gravitationnel généré par E_S est quasiment le même que le champ gravitationnel réel. C'est-à-dire pour P tel que $\mathbf{G}_{ES}(P)\approx\mathbf{G}_T(P)$, $\mathbf{G}_{ES}(P)$ et $\mathbf{G}_T(P)$ respectivement champ gravitationnel en P généré par E_S seul et par tout l'Univers. On appellera cette région *champ gravitationnel* de E_S. Par définition, ce champ gravitationnel sera obtenu en appliquant les lois Newtoniennes dans R_A. On pourrait généraliser l'expression (89j) à tout point P appartenant à un astre E_S dont la surface est contenue dans le champ gravitationnel. On dira qu'un astre sans satellite A_1 est *dans le champ gravitationnel* d'un astre E_S si dans l'Univers U/A_1 qui est l'Univers privé virtuellement de A_1, pour tout point P dans le volume de A_1 P est dans le champ gravitationnel de E_S et de plus $M_{A1}<<M_{ES}$, M_{A1} et M_{ES} masses respectives de A_1 et de E_S. C'est seulement à cette condition qu'on pourra appliquer à A_1 les équations appliquées à Mercure. Et donc avec la définition précédente la lune ne sera pas dans le champ gravitationnel de la terrre à cause de l'attraction du soleil. On pourra généraliser la définition précédente remplaçant A_1 par un système S_1 et E_S par un système S_2 , avec tout point P de $Vol_{Sp}(S_1)$ dans le champ gravitationnel de S_2/S_1 ($Vol_{Sp}(S_1)$ sphère de centre G_{S1}, contenant S_1 et de rayon minimal, dans le cas où on néglige la masse sombre), $S_1\subset S_2$, en ajoutant la condition, sauf si S_1 est réduit à un astre A_1, $V_{S2/S1}(P)$ *quasi constant* dans $Vol_{Sp}(S_1)$, ce qui signifiera que pour tout astre A_1 de S_1, (sauf si $m_{A1}\approx m_{S1}$ et $G_{A1}\approx G_{S1}$) $\mathbf{G}_{S2/A1}(G_{A1})=\mathbf{G}_{S2/S1}(G_{A1})+\mathbf{G}_{S1/A1}(G_{A1})\approx\mathbf{G}_{S1/A1}(G_{A1})$ et $\mathbf{G}_{S2/S1}(G_{S1})<<\mathbf{G}_{S1/A1}(G_{A1})$, avec l'approximation - $\mathbf{G}_{S2/S1}(G_{S1})$ accélération dans R_{GALAS2} de G_{S1}. (Ex.(S_1,S_2)= (Système solaire, Voie Lactée)). S_2 pourra être *l'Univers local* d'un astre A_1 contenant la matière ayant une action gravitationnelle sur A_1, différent de l'Univers entier à cause de l'expansion. On admettra que l'Univers local de tout astre A_1 est un système typique (Amas, galaxie, Super-Amas…). On dira qu'un système S_1 est *directement dans le champ gravitationnel* de S_2 si S_1 est dans le champ gravitationnel de S_2 et de plus il n'y a pas de système intermédiaire entre S_1 et S_2 (Ex. (planète, Système stellaire) mais non (Planète, galaxie), ou (étoile, galaxie) mais non (étoile, amas). Si on prend en compte la substance sombre, un système S_i sera défini comme la matière, sombre et baryonique, contenue dans un volume (concave ou intérieur à une équipotentielle) $Vol(S_i)$ donné. Sinon on prendra $Vol(S_i)=Vol_{Sp}(S_i)$. Dans toute cette section on supposera qu'on peut négliger les effets de l'expansion sur les astres des systèmes considérés.

On note S un système constitué d'un astre E_S et de tous ses satellites $A_1,..,A_n$ supposés dans le champ gravitationnel de E_S. Soit R_{GALAS} le Référentiel Galiléen absolu (c'est-à-dire relativement à l'Ether E_A et avec la simultanéité dans R_{GALAS} équivalente à la simultanéité dans E_A) dont l'origine est G_S centre d'inertie de S. On suppose que $V_{U/S}$ quasi constant dans Vol(S). En accord avec le premier Principe de la Théorie de l'Ether, on admettra alors que dans R_{GALAS} les lois sont les mêmes que si R_{GALAS} était l'Ether E_A et que S était isolé. On pourra donc superposer à R_{GALAS} un espace dilaté Ed_{GALS} analogue à l'espace dilaté Ed superposé à R_A.

Dans cette situation on admettra que si les vitesses des astres dans R_{GALAS} sont très petites devant c (Ce qui sera toujours le cas), et que de plus on a pour tout A_i $V_{S/Ai}/(G_{Ai})/c^2\approx V_{ES}(G_{Ai})/c^2<<1$, alors si on néglige l'amplification d'espace les lois de Newton classiques dans R_{GALAS} sont valides. Pour obtenir alors la trajectoire d'un système satellite A_1 de S (par exemple Mercure dans le système

solaire), on additionnera alors classiquement les précessions dûes à chaque perturbation, y compris celle dûe à l'amplification d'espace.

On considère un astre $A_1=S_{-1}$, un système $S_0=S$, et des systèmes $S_1,.,S_n$ tels que S_i est directement dans le champ gravitationnel et dans le *champ d'amplification* de S_{i+1} (défini plus loin, entraînant $S_i \subset S_{i+1}$) pour i<n-1 et S_{n-1} Univers local de A_1 et S_n système vide lié et identifié à E_A. On néglige les effets de l'expansion dans S_{n-1}. Dans le cas général où les vitesses ne sont pas nulles, par analogie avec la Théorie Newtonienne, l'énergie dans S_n de A_1 sera :

$$E_{TOTSn}(A_1)=m_{IA1}c^2((1-\mathbf{v}_{eS/A1}(G_{A1})^2/c^2)^{-1/2}-V_{S/A1}(G_{A1})/2c^2)\dots$$
$$((1-\mathbf{v}_{eSn-1/Sn-2}(G_{Sn-2})^2/c^2)^{-1/2}-V_{Sn-1/Sn-2}(G_{A1})/2c^2))(1-\mathbf{v}_A(G_{Sn-1})^2/c^2)^{-1/2} \qquad (89o)$$

Avec $\mathbf{v}_{eSt/St-1}$ vitesse éthérée dans $Ed_{GALSt/St-1}$ espace superposé au Référentiel Galiléen absolu R_{GALASt}, d'origine G_{St} (Centre d'inertie de S_t), $Ed_{GALSt/St-1}$ obtenu considérant seulement la matière de S_t/S_{t-1} et $V_{St/St-1}(G_{A1})$ potentiel généré par S_t/S_{t-1} et calculé classiquement dans R_{GALASt}. Pour t=-1,…,n-2 R_{GALASt} sera un Référentiel Galiléen absolu relativement à $R_{GALASt+1}$ et non relativement à E_A. Et donc tout temps de $t_{RGALASt+1}$ de $R_{GALASt+1}$ (ou t_A de E_A) correspondra à un temps $t_{RGALASt}(t_{RGALASt+1})$ ou $t_{RGALASt}(t_A)$ (unique) de R_{GALASt} et on aura une contraction des longueurs et des temps de $R_{GALASt}/R_{GALASt+1}$ d'un facteur $(1-v_{GALASt+1}(G_{St})^2/c^2)^{1/2}$.

Pour obtenir $E_{TOTSn}(p_i)$, p_i particule de A_1 ou dans le champ d'amplification de A_1 en un point P_i du Référentiel Galiléen absolu d'origine G_{A1} noté R_{AA1}, on remplacera dans (89o) m_{IA1} par $m_{effA1}(p_i)=E_{A1}(p_i)/c^2$ et $V_{St/St-1}(G_{A1})$ par $V_{St/St-1}(P_i)$. On rappelle $m_{IA1}=\Sigma_{pi,A1}m_{effA1}(p_i)$. On aura aussi $E_{TOTSn}(A_1)=\Sigma_{pi,A1}E_{TOTSn}(p_i)$ et donc l'équation (89o) sera une approximation, obtenue utilisant $\Sigma_{pi,A1}m_{effA1}(p_i)V_{Sj/Sj-1}(P_i)\approx(\Sigma_{pi,A1}m_{effA1}(p_i))V_{Sj/Sj-1}(G_{A1})$ et $V_{Sj/Sj-1}(P_i)\approx V_{Sj/Sj-1}(G_{A1})$. Si p_i est en un point P_i dans *le champ d'amplification* de S (défini plus loin), S non réduit à un astre on remplacera m_{IA1} par m_{pi}, $\mathbf{v}_{eS/A1}(G_{A1})$ par $\mathbf{v}_{eS}(p_i)$ et $V_{S/A1}(G_{A1})/2c^2$ par $V_S(P_i)/c^2$. La contraction temporelle et volumique en p_i sera égale à un produit de facteurs du type $(1-v_{eS}(p_i)^2/c^2)^{1/2}$, $(1-v_{eSt/St-1}(G_{St-1})^2/c^2)^{1/2}$, $(1-V_S(P_i)/c^2)$, $(1-V_{St/St-1}(P_i)/c^2)$, $(1-v_A(G_{Sn-1})^2/c^2)^{1/2}$.

On généralise pour obtenir $E_{TOTSj}(ph_i)$, ph_i photon en P_i, remplaçant $m_{effA1}(p_i)$ par $h\nu_{eA1}(ph_i)(1-V_{A1}(P_i)/c^2)$. On admettra que $E_{TOTSj}(ph_i)$ se conserve, et que si P_i est dans le champ d'amplification de S_j sa vitesse dans Ed_{Sj} est égale à c. L'énergie totale se conservera aussi dans les expériences de physique des particules.

Le facteur « ½ » dans $V_{St/St-1}(G_{A1})/2c^2$ signifie que l'énergie potentielle est équitablement répartie entre 2 astres. Cependant, une particule captera la totalité de son énergie potentielle d'interaction (négative) avec le champ d'amplification S auquel elle appartient, même si S n'est pas réduit à un astre. De même une particule ou un astre avec la substance sombre.

Supposant que tout astre de S_{n-1} a S_{n-1} comme Univers local, on admettra naturellement que l'énergie totale se conserve dans E_A et on remarque que cette conservation est équivalente à sa conservation dans Ed_{Sn-1} superposé à $R_{GLASn-1}$, ce qui apparait comme une conséquence du 1ier Principe de la Théorie de l'Ether.

On admet que si on peut négliger l'amplification d'espace, c'est-à-dire qu'on qu'on a $A(e)\approx 1$ et qu'on prend A(e)=1 et que de plus on peut négliger les corrections de Lorentz (C'est-à-dire qu'on peut négliger les termes correctifs en v^2/c^2 que l'on prend égal à 0), on sera alors dans l'*approximation Newtonienne*, alors pour tout astre A_i de S_{n-1} et toute particule ou objet ponctuel libre p_i dans S_{n-1}, on obtient avec une très bonne approximation les trajectoires et vitesses de A_i et p_i dans $R_{GALASn-1}$, identifié à $Ed_{GALASn-1}$, en appliquant les lois de la mécanique Newtonienne dans $R_{GALASn-1}$. Cela se justifie car dans l'approximation Newtonienne l'expression de l'énergie totale dans S_{n-1} est approximativement identique à son expression dans la mécanique Newtonienne (Ce qui se vérifie aisément pour les astres), et il en résulte que la conservation de l'une (dans la mécanique Newtonienne) entraîne la conservation approximative de l'autre. Une particule p_i se comportera

comme un astre virtuel As_{pi} de masse $m_{IAspi}=m_{pi}$. Par exemple, si $\mathbf{v}_A(G_{Sn-1})$, $\mathbf{v}_{Sk/Sk-1}(G_{Sk-1})$ quasi-constants (donc aussi $\mathbf{v}_A(G_{Sk-1})$), de même que $V_{Sn-1/Sn-2}(P),..,V_{Sk/Sk-1}(P)$ en tout point P de $Vol_{Sp}(S_{k-1})$, alors appliquant l'approximation Newtonienne à S_{n-1} on obtient qu'on peut appliquer les lois Newtoniennes à S_{k-1} comme s'il était isolé et avec $R_{GALASk-1}=R_A$. Pour tenir compte des coordonnées éthérées, on généralise avec $Ed_{Sk-1}=Ed$. (Ex. S_{k-1} système solaire).

On devra considérer globalement (Et non comme somme de forces élémentaires observables en accord avec le Principe d'Action-Réaction, (P.A.R), 3ième loi de Newton) la force d'interaction dans R_{AA1} entre p_i particule de A_1 et A_1/p_i, de norme la norme de $\mathbf{F}_{GA1,pi}=-m_{pi}\mathbf{Grad}_{RAA1}(V_{RA1,A1/pi}(p_i))$. Alternativement il y a violation du P.A.R. A_1 étant dans le champ gravitationnel de E_S, la force d'interaction entre une particule p_i de A_1 et une particule q_j de E_S, A_1 et E_S dans le champ d'amplification du même système S, en accord avec le P.A.R, aura pour expression : $F_{Gpi,qj}=Gm_{effA1}(p_i)m_{effES}(q_j)/(d_{RGALAS}(p_i,q_j))^2$. La force d'interaction totale entre E_S et A_1 sera alors la norme de la somme des vecteurs $\mathbf{F}_{Gpi,qj}$.

On identifiera *l'énergie totale* de A_1 (ou d'une particule de A_1) avec son énergie dans S_n. On n'a pas tenu compte dans (89o) de la substance sombre. On traitera une concentration sphèrique de substance sombre comme un astre.

On rappelle, p_1 étant une particule de A_1, p_1 a une masse *gravitationnelle effective* $m_{EffS}(p_1)$, définie par, m_{p1} masse inerte de p_1 :

$$m_{EffA1}(p_1)c^2\approx m_{p1}c^2(1-v_{eRAA1}(p_1)^2/c^2)^{-1/2}-m_{p1}V_{RAA1(A1/p1)}(p_1) \qquad (89q)$$

Dans le cas où A_1 est isolé, on prendra $A_1=S_{n-1}$ et donc $E_{TOT}(A_1)=m_{IA1}(1-v_A(G_{A1})^2/c^2)^{-1/2}$.

On cherche des lois permettant d'obtenir l'amplification A(e) et de définir qu'un point est *dans le champ d'amplification* d'un système S et qu'un système S_1 est *dans le champ d'amplification* d'un système S_2. L'expression la plus attractive est $A(e)(P)=(1-V_{MaxCI}(P)/c^2)^{-1}$, avec $V_{MaxCI}(P)$ potentiel généré par la matière, baryonique ou sombre, contenue dans la plus volumineuse équipotentielle $E_{qMaxCI}(P)$ dans laquelle Eq(P) est *continument incluse*. On définit la relation « *est continument incluse dans*» comme une relation r*éflexive* et *transitive* pouvant exister entre 2 équipotentielles Eq_1 et Eq_2 telles que, C_2 étant la surface fermée contenant Eq_1 à une distance d_1 fixée (ex.d_1=1000 km) de Eq_1, Eq_2 étant l'équipotentielle contenant Eq_1 ,ayant au moins un point commun avec C_2 et de volume maximal, alors on aura Eq_1 est *continument incluse* dans Eq_2 si $m(Eq_1,Eq_2)/M(Eq_1)<<1$ (ex.<5%), avec $m(Eq_1,Eq_2)$ masse de la matière entre Eq_1 et Eq_2 et $M(Eq_1)$ masse de la matière contenue dans Eq_1 (Alternativement on a une condition sur G_{Eq2} centre de masse de la matière contenue par Eq_2, par exemple G_{Eq2} appartient à Eq_1). La relation « *est continument incluse* » pourra aussi exister par transitivité entre 2 équipotentielles Eq_1 et Eq_2. S étant le système constitué de la matière contenue par $Eq_{MaxCI}(P)$, on dira « P est *dans le champ d'amplification* de S » et que S est *un système d'amplification*. Cependant si P appartient à une équipotentielle contenant un unique astre A_1, alors on aura « P est *dans le champ d'amplification* de A_1. ». Tout astre A_1 sera donc un système d'amplification.

Par exemple un système stellaire, une galaxie avec sa matière noire et ses galaxies naines satellites, un amas seront en général des systèmes d'amplification. S_1 et S_2 étant deux systèmes d'amplification, on dira « S_1 est *dans le champ d'amplification* de S_2 » si $S_1\subset S_2$, $S_1\neq S_2$ et il n'y a pas de systèmes d'amplification intermédiaire entre S_1 et S_2. On admettra le Principe fondamental que d'après les lois définissant les systèmes d'amplification, S_1 et S_2 étant 2 systèmes d'amplification, ou bien l'un sera inclus dans l'autre ou bien ils seront disjoints. On rappelle que dans l'équation (89o) on a négligé l'effet de l'expansion et on a supposé l'existence d'un Univers local, notre modèle n'est donc qu'approximatif.

On rappelle que la R.G ne justifie pas la non prise en compte de la Voie Lactée dans la déviation du périhélie de Mercure.

3.6 Cas non statique.

Le cas de masse non statique a été observé dans l'étude d'étoiles binaires. D'après l'expression du tenseur d'Einstein, elles émettent des ondes gravitationnelles et donc perdent de l'énergie, perte d'énergie qui peut être évaluée en observant leur distance et leur vitesse de rotation. D'après la T.E.G, une interaction instantanée à distance est possible, et donc contrairement à la R.G il est possible dans la T.E.G que l'interaction gravitationnelle soit instantanée. Cependant ceci n'est qu'une possibilité : L'existence d'ondes gravitationnelles est totalement en accord avec la T.E.G, et donc on peut aussi considérer que l'observation apparente d'ondes gravitationnelles peut être interprétée par la T.E.G de la même façon que la R.G, utilisant le tenseur de la T.E.G interprétant le tenseur métrique d'Einstein à la place de ce dernier. On rappelle que les ondes gravitationnelles généralisent les ondes électromagnétiques, et celles-ci existent aussi dans la T.E.G, comme les équations de Maxwell.

De la même façon que dans le cas statique, à partir du tenseur de la R.G définissant la déformation de l'espace-temps dûe à une onde gravitationnelle, dans le cas où les $V(P)/c^2<<1$, on pourra définir pour chaque vecteur élémentaire $d\mathbf{x}_A=(dx_{A1},d_{xA2},dx_{A3})$ de R_A et chaque intervalle élémentaire de temps dans R_A dt_A, des amplifications $A_2(d\mathbf{x}_A)$ et $A_2(dt_A)$ définies par des expressions du type : $(dx_{e2})^2=f_2(d\mathbf{x}_A)=(A_2(d\mathbf{x}_A))^2(d\mathbf{x}_A)^2$ et $(dt_{e2})^2=(A_2(dt_A))^2dt_A^2$. Dans le cas statique, on remplace l'indice « 2 » par « 1 ». On obtient alors, tenant compte des 2 effets, que la distance élémentaire dx_{e3} et l'intervalle de temps élémentaire dt_{e3} mesurés dans l'Espace superposé Ed_3 et correspondant à $d\mathbf{x}_A$ sont obtenues en utilisant des amplifications $A_3(d\mathbf{x}_A)$ et $A_3(dt_A)$ respectivement produits des $A_i(d\mathbf{x}_A)$ et $A_i(d_{tA})$ (i=1,2). On admettra naturellement qu'un objet conserve ses dimensions dans Ed_3. Il en résulte qu'il se déforme aussi dans Ed_1 espace dilaté correspondant à la seule action du cas statique, d'un facteur $A_2(d\mathbf{x}_A)$. Avec l'hypothèse simplificatrice que la vitesse de la lumière demeure égale à c mesurée dans Ed_1 (Et non dans Ed_3), on peut alors mesurer la déformation d'un objet dûe à l'onde gravitationnelle en utilisant un interféromètre à laser comme cela a déjà été réalisé.

Dans le T.E.G la vitesse des ondes gravitationnelles est égale à c dans E_A ou dans Ed_1. L'observation d'ondes émises par les trous noirs est plus en accord avec la 1ière possiblité. Les ondes électromagnétiques se propagent aussi dans le milieu Ether-substance mais à la vitesse c dans Ed_1. La R.G ne justifie pas pourquoi les trous noirs peuvent émettre des ondes gravitationnelles et des gravitons et non des ondes électromagnétiques et des photons.

Dans l'article Theory of Ether with Gravitation [10], on a explicité une base propre de dilatation pour le tenseur de la T.E.G défini dans un cas non-statique particulier (Système binaire d'étoiles).

4. DISCUSSION

Comme on l'a vu d'après le Postulat 4Bb, l'expression du tenseur métrique d'Einstein diffère de l'expression du tenseur de la T.E.G dès qu'on n'a plus l'approximation $V/c^2<<1$. Nous verrons qu'il en résulte que les points critiques apparaissant dans la T.E.G ont une signification physique très particulière qu'ils n'ont pas dans la R.G. Nous allons voir aussi que d'après la T.E.G, de la matière peut s'échapper des trous noirs, qui existent aussi dans la T.E.G. Enfin, nous justifierons l'équation de Lagrange utilisée dans les applications de la T.E.G concernant la trajectoire de Mercure et celle d'un rayon lumineux dévié par une masse.

4.1 Remarque concernant les points critiques dans la T.E.G et dans la R.G

Dans le tenseur métrique d'Einstein correspondant à la solution de Schwartzchild c'est-à-dire pour une masse sphérique M, il y a un point critique pour:

$$1\text{-}2\,\frac{GM}{rc^2}=0 \qquad (108)$$

Dans la T.E.G, pour une masse sphérique M au repos dans E_d, il y a un point critique pour $A_t=0$, c'est-à-dire (voir Postulat 4.Bb), V étant le Potentiel gravitationnel:

$$1-V/c^2 =0 \qquad (109)$$

Et donc dans la T.E.G, si un objet de masse m au repos dans E_d est placé en un point critique défini précédemment, son énergie totale $E=mc^2-mV$ est nulle.

Et donc les points critiques ont dans la T.E.G une signification physique qu'ils n'ont pas dans la R.G. De plus, ceci justifie que d'après le point b) du 2ième Principe de la T.E, le tenseur de la T.E.G a la même expression que le tenseur métrique d'Einstein seulement dans le cas $V/c^2<<1$.

4.2 Trous noirs.

Les trous noirs sont simplement interprétés dans la T.E.G : On a vu ainsi qu'en un point P de E_d où il y avait une contraction d'espace C(e), un objet rigide ayant au repos dans E_A un volume absolu V_0, avait un volume $V_e=V_0$ placé en P dans E_d et mesuré dans E_d, correspondant à un volume absolu $V_A=C(e)V_0$. Et donc un objet de densité absolu ρ_0 placé dans E_A, a la même densité $\rho_e=\rho_0$ mesuré dans E_d s'il est placé dans E_d en P, correspondant à une densité absolue $\rho_A=\rho_0/C(e)$.

Et donc, par exemple avec la valeur $C(e)=1-V/c^2$ du Postulat 4Bb, si C(e)=1/100, la densité absolue est égale à 100 fois la densité ρ_0. C'est donc ce phénomène de contraction du volume qui est à l'origine des trous noirs dans la T.E.G. On a donc dans un trou noir, pour avoir C(e)<<1, V est très proche de c^2.

4.2.1 Les jets superluminiques.

D'après le Postulat 5Ba, l'expression de l'énergie d'un objet de masse m est :

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v_e^2/c^2}} - mV \qquad (115a)$$

D'après l'expression précédente, si v_e est suffisamment proche de c, il sera toujours possible qu'un objet s'échappe de l'attraction gravitationnelle, et donc dans la T.E.G, de la matière peut s'échapper des trous noirs ce qui n'était pas la cas dans la R.G. Cela se produit si l'énergie E de l'équation précédente est supérieure à mc^2 (avec $V\approx c^2$), ce qui est évidemment possible si v_e est suffisament proche de c. Et on a effectivement observé des jets de matières provenant de trous noirs, animés d'une vitesse proche de celle de la lumière et appelés *jets superluminiques*. Dans la R.G, il est impossible que ces jets proviennent du trou noir de laquelle d'après cette théorie aucune matière ne peut s'échapper, et ces jets n'ont pas d'interprétation satisfaisante d'après la R.G. Au contraire dans la T.E.G, l'expulsion de matière de trous noirs à de grandes énergies sont donc théoriquement possible. L'énergie de compression d'un trou noir, définie plus loin, pourrait être celle utilisée par l'émission de jets superluminiques. Et donc la T.E.G interprète très bien les jets superluminiques provenant des trous noirs.

On a 2 problèmes pour justifier l'émission de jets supra-luminiques par les trous noirs. On montrera qu'à la surface d'un trou noir l'amplification d'espace $A(e)=1/(1-GM/Rc^2)$ n'est pas infinie et a une valeur maximale. Le premier problème est que le flux de particules du jet observé depuis la terre, c'est-à-dire mesuré dans E_A, est multiplié par le facteur A(e) mesuré dans E_d à la surface du trou noir. Il est donc très élevé. Ceci peut s'expliquer par une densité très forte du plasma constituant le trou noir.

Le 2ième problème est que si une particule est émise par le trou noir à une vitesse éthérée de l'ordre de c, elle met un certain temps absolu pour s'en échapper. Par définition, ce temps absolu sera celui que mettra la particule pour arriver à une distance 2R du centre du trou noir. (R rayon absolu du trou noir). Il est clair que si ce temps est supérieur à l'âge de l'Univers, on ne pourra observer les jets. On montre cependant, supposant que la vitesse éthérée du jet est del'ordre de c, que ce temps est de

l'ordre de R/cε, avec ε=1/A(e). Ce temps devra être nécessairement inférieur à 10^9 années si on peut observer le jet considéré, ce qui donne une valeur maximale à A(e). Par exemple pour la voie lactée on a $R_{V.L}\approx 10^{-6}$ a.l, si $A(e)=10^{10}$, le temps absolu d'échappement d'un jet sera de l'ordre de 10000 années. De la même façon, on peut montrer que le temps d'échappement mesuré dans E_d d'une particule d'un jet est de l'ordre de (-Log(ε))R/c, en ne tenant pas compte de la contraction des temps due à la vitesse éthérée de la particule considérée.
La température des jets émis par le trou noir n'est pas nécessairement celle des particules du trou noir. En effet l'expulsion des jets est un phénomène très énergétique qui peut s'accompagner d'une très forte augmentation de température des particules éjectées. Le plasma constituant le trou noir peut aussi présenter un gradient de température, la température augmentant quand la distance au centre du trou noir diminue.

4.2.2 Energie d'un trou noir.

On a vu dans la section précédente qu'un trou noir était un astre tel que, R étant le rayon de l'astre, -V (R) étant le potentiel gravitationnel en R, on avait $V(R)\approx c^2$, et donc la contraction d'espace était :

$$C(e)(R)=1-V(R)/c^2<<1 \qquad (115b)$$

Soit T un trou noir au repos et isolé, M_{TI} la somme des masses inertes des particules qui le composent masse et E_T son énergie totale. On suppose que ces particules sont au repos. Si E_T était la somme de son énergie de repos et de son énergie gravitationnelle, on aurait $E_T=M_{TI}(1-V(R)/c^2)$ (la matière baryionique du trou noir étant supposée concentrée au voisinage du rayon du trou noir) . Et donc E_T serait quasi nulle. Or les observations d'ondes gravitationnelles émises par la fusion de trous noirs ont montré que l'énergie des trous noirs est très importante. Il est donc intéressant d'introduire pour un trou noir T une énergie de compression E_{CT}, variable (Voir aussi la section suivante 4.2.3).

L'énergie totale d'un trou noir au repos est alors :

$$E_T=M_{TI}(1-V(R)/c^2)+E_{CT} \qquad (115c)$$

Lors de la formation d'un trou noir, le trou noir transforme de l'énergie de repos en énergie de compression. Et donc on obtient, avec les hypothèses précédentes sur le trou noir, par conservation de l'énergie $E_{CT}\approx M_{TI}c^2$. Mais E_{CT} peut diminuer notamment dans l'émission d'ondes gravitationnelles.

Nous verrons plus loin dans cet article exposant les bases de la T.E.G que cette théorie est en accord avec l'existence des ondes gravitationnelles et que de plus celles-ci sont décrites mathématiquement comme dans la R.G. Supposons que 2 trous noirs T_1 et T_2 fusionnent en donnant un trou noir T_3. D'après la conservation de l'énergie, admettant les hypothèses précédentes sur T1,T2,T3 (les particules qui les composent sont au repos), on obtient, ΔE étant l'énergie libérée sous forme d'ondes gravitationnelles :

$$\Delta E=E_{CT1}+E_{CT2}-E_{CT3} \qquad (115f)$$

Il est impossible qu'on ait :

$$\Delta E=M_{TI1}c^2+M_{TI2}c^2-M_{TI3}c^2 \qquad (115g)$$

En effet, on sait que la masse baryonique total se conserve (aucun baryon ne peut disparaître) et donc on aurait ΔE=0 ce qui est impossible car alors il n'y aurait pas d'ondes gravitationnelles émises.

Notons que l'énorme énergie de compression des trous noirs pourrait être à l'origine de l'énorme énergie nécessaire pour l'émission de jets superluminiques, où la matière est éjectée du trou noir avec une vitesse proche de celle de la lumière.

Cependant, il est possible que l'énergie du trou noir soit constituée en partie ou en totalité d'énergie de mouvement. En supposant que l'énergie initiale d'une particule du trou noir, avant que le trou noir soit créé est mc^2, et que cette énergie se conserve, on a l'égalité, v_e étant la vitesse éthérée de la particule après que le trou noir soit créé (Voir aussi la section suivante 4.2.3):

$$mc^2/\sqrt{(1-v_e^2/c^2)}-mc^2=mc^2 \qquad (115h)$$

On obtient $v_e \approx 0{,}8c$. Ceci n'est cependant qu'une approximation car toutes les particules du trou noir n'ont pas la même vitesse éthérée. Cependant, ceci expliquerait la très grande vitesse de rotation des trous noirs qu'on a observée, et de plus 0,8c est l'ordre de grandeur de la vitesse observée. L'énergie d'un trou noir pourrait être constituée des 2 formes d'énergie précédente, énergie de compression et énergie de mouvement.

On peut définir la masse inerte (ou grave) d'un trou noir M_{TN} de la façon suivante :

$$M_{TN}c^2=E_{TNP}+E_{TNC}+E_{TNM} \qquad (115hA)$$

Avec, si $p_1,..,p_n$ sont les atomes ou atomes ionisés constituant le trou noir :
$-E_{TNP}=\Sigma(-m_iV_{TN}(p_i))\approx\Sigma-m_ic^2$, $V_{TN}(p_i)$ étant le potentiel généré par le trou noir à l'emplacement de p_i, m_i étant la masse inerte de p_i (voir section suivante 4.2.3). (Il est possible qu'on doive prendre $E_{TNP}/2$ par analogie avec les planètes).
$-E_{TNC}$ énergie de compression du trou noir.
$-E_{TNM}=\Sigma m_ic^2/(1-v_{ei}^2/c^2)^{1/2}$, énergie de mouvement des particules p_i constituant le trou noir dans le Référentiel Galiléen dilaté Ed_{GALGTN}, superposé à $R_{GAlAGTN}$.

Si on veut prendre en compte l'énergie thermique du trou noir, si celle-ci est incluse dans la masse inerte des particules on doit remplacer m_i par $m_i(T)$, $m_i(T)$ intègrant l'énergie thermique de p_i mais sinon on doit ajouter un terme E_{TNTH}.

Notre définition de la masse du trou noir est donc totalement analogue à la définition de la masse d'un atome qui contient l'énergie de mouvement et l'énergie potentielle générée par l'atome lui-même des électrons.

On peut généraliser la définition précédente pour définir la masse inerte de systèmes compacts S comme des planètes, étoile.. On obtient en général avec une bonne approximation, S étant une planète ou une étoile :

$$M_S\approx\Sigma m_i \qquad (115hB)$$

La conservation de la masse des systèmes précédents compacts (trous noirs, planètes, étoiles…) signifie qu'on obtient cette masse toujours de la même façon, et qu'elle se conserve (s'il n'y a pas d'ondes gravitationnelles émises)), mesurée dans le Référentiel de Lorentz absolu dont l'origine coincide avec le centre de masse du système considéré.

Il est nécessaire de donner l'expression de la force centrifuge dans E_A s'exerçant sur une particule p_{TN0} notée $F_{CFA}(p_{TN0})$, le centre d'inertie du trou noir étant supposé au repos dans E_A. Le plus naturel serait d'essayer de généraliser la force centrifuge $F_{CFe}(p_1)$ s'exerçant sur une particule p_1 dans le cas local (expérience dans un laboratoire ou un accélérateur de particule). On remarque qu'on connait cette force centrifuge dans E_d et donc on devra utiliser la force gravitationnelle dans E_d définie par, avec $U_G(r_A)=-GM/r_A$ et $dr_e=A(e)dr_A$:

$$F_{Ge}(p_{TN0})=m_{pTN0}dU_G/dr_e=-m_{pTN0}dU_G/dr_AA(e) \qquad (115C)$$

Avec des notations évidentes on a :

$$F_{CFe}(p_1)=m_{p1}v_e(p_1)^2/R_e(1-v_e(p_1)^2/c^2)^{-1/2} \qquad (115hC).$$

Cependant cette valeur est inacceptable (Sauf en cas de vitesses éthérées très faibles) car elle conduit, notamment aux pôles, que la force centrifuge est supérieure aux forces centripètes générées par la gravitation et la pression. Pour des vitesses éthérées importantes.Cependant le cas local (pas de

symétrie sphérique, $A_r(e)(p_1)$ non constant, A(e) constant) est très différent de cas non local (symétrie sphérique $A_r(e)(p_{TN0})$ constant, A(e) non constant). Il est donc légitime de donner une expression de la force centrifuge s'exerçant sur p_{TN0} différente de celle du cas local, et on prendra la plus simple, avec des notations évidentes, D_A distance absolue de p_{TN0} à l'axe de rotation :

$$F_{CFA}(p_{TN0})=m_{pTN0}v_A(p_{TN0})^2/D_A \qquad (115hD)$$

Avec cette expression on obtient que la force centrifuge est toujours annulée par la force centripète générée par la force gravitationnelle ou la pression, dans le cas le plus probable avec la vitesse angulaire absolue Ω_A est la même pour toutes les particules du trou noir.

Cependant, si l'expression précédente est bien compatible avec le cas d'une planète en orbite circulaire, elle n'est pas compatible avec les équations de Lagrange qu'on a données dans le cas d'une planète P_L (Par exemple Mercure) en trajectoire non circulaire autour d'un astre E_S (Par exemple le soleil).

On devra donc admettre que l'expression (115hD) n'est valable que pour une trajectoire circulaire (GM/R_A constant), on vérifie immédiatement qu'elle est compatible avec les équations de l'énergie et de Lagrange. Cependant, en général, l'expression précédente de la force centrifuge sera vraie avec une très bonne approximation.

4.2.3 Structure d'un trou noir.

Nous allons voir que contrairement à la R.G, la T.E.G permet de définir la structure d'un trou noir T de masse M_T et de rayon R. On considère un trou noir isolé. Soit –V(r) le potentiel gravitationnel à une distance r du centre du trou noir (r mesuré dans E_A). On pourrait faire l'hypothèse que le rayon R du trou noir est celui pour lequel on a $V(R)=c^2$.

Alors d'après les équations de la T.E.G, l'amplification A(e)(R) à une distance R du centre O_T de T serait infinie, et toute la masse du trou noir serait concentrée à la distance R de O_T. A cause de l'équation de Poisson, négligeant la densité de substance sombre, on a pour $0<r<R$ $\Delta V(r)=0$, et donc on a pour $r<R$ $V(r)=V(R)=c^2$.

Dans un 2nd modèle, si on veut tenir compte de la masse de la substance sombre, le trou noir a alors un rayon intérieur R_{IT} et un rayon extérieur R_{ET}. Pour $r<R_{IT}$, V(r) est alors donné par l'équation de Poisson $\Delta U(r)=\rho_{ES}/\varepsilon_0$, avec U(r)=-V(r) et ρ_{ES} densité de la substance sombre mesurée dans E_A à l'emplacement du trou noir. On prendra $V(0)=c^2$, car il est impossible qu'on ait $V(0)>c^2$. Ceci entraîne aussi l'existence d'une amplification d'espace A(e) maximale (Car cela entraîne $V(R_{IT})<c^2$). On trouve $V(R_{IT})=c^2-\varepsilon c^2$ avec $\varepsilon<<1$ et une amplification maximale en R_{IT} $A_{Max}(R_{IT})=1/\varepsilon=C_{AM}\rho_{TN}/\rho_{ES}$, avec :

C_{AM} constante de l'ordre de lunité, ρ_{TN} densité moyenne du trou noir et ρ_{ES} densité locale de la substance sombre.

On a la condition $V(R_{ET})<V(R_{IT})$ (Mais $V(R_{ET})\approx V(R_{IT})\approx c^2$ et $R_{IT}\approx R_{ET}$).

Si le trou noir (supposé au repos dans E_A) est immergé dans la substance sombre intergalactique de densité ρ_0 (admettant ρ_0 constant dans E_A) on aura $\rho_{ES}=\rho_0$. S'il est au centre d'une concentration sphérique de substance sombre, on aura $\rho_{ES}=\rho_{LIMH}$, ρ_{LIMH} densité limite d'homogénéité de la substance sombre introduite dans l'article précédent « Théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre ». On peut estimer que ρ_{LIMH} est de l'ordre de 10^6 ρ_0, ρ_0 densité actuelle de la substance sombre intergalactique.

En effet l'approximation la plus simple de la courbe de densité de la substance sombre de la Voie Lactée $\rho_{V.LS}(t)$ est qu'il existe une *distance limite d'homogénéité* d_{LIMH} telle que pour $t<d_{LIMH}$, $\rho(t)=\rho_{LIMH}$ et pour $R_{V.LH}<t<d_{LIMH}$, $\rho(t)=K/r^2$, K constante donnée dans l'article cité plus haut.

Alors $\rho_{LIMS}=10^6$ ρ_0 permet d'obtenir $d_{LIMH}=R_{V.LH}/1000\approx 500$ a.l ce qui semble en accord avec la courbe de rotation des étoiles de la Voie Lactée. Utilisant l'article précédent on a $\rho_0(t_0)\approx 3.10^{-24}kg/m^3$, d'où $\rho_{LIMS}\approx 3.10^{-18}kg/m^3$.

On peut montrer que d_{LIMH} est la même pour toutes les galaxies à courbe de rotation plate (et donc en accord avec la Loi baryonique de Tully-Fisher) de même masse baryonique neutre, quel que soit leur décalage Cosmologique z.

Il existe un 3ième modèle fondamental permettant de justifier que tout trou noir peut avoir un amplification d'espace maximale $A(e)_{Max}$, celle-ci étant néanmoins supérieure à 100 pour que le système considéré puisse être considéré comme un trou noir. Ce 3ième modèle est analogue au 2nd modèle : On considère que la sphère intérieure du trou noir contient de la matière ordinaire d' une densité absolue constante ρ_{AV}. Au centre du trou noir on a $V=c^2$, et les particules de la sphère intérieure ne peuvent se rapprocher du centre car sinon on aurait $V>c^2$. On obtient alors de la même façon que pour le 2nd modèle que le trou noir a une amplification maximale $A(e)_{Max} =C_{AM}\ \rho_{T.N}/\rho_{AV}$, C_{AM} constante de l'ordre de l'unité définie dans le 2ième modèle. ($C_{AM}=2$).

On fait l'hypothèse que A(e) est approximativement la même en tout point du plasma du trou noir. $\rho_{AS}(P)$ étant la densité surfacique absolue du trou noir en un point P de sa surface, $\rho_{IS}(P)$ étant celle de sa matière interte, $\rho_{CS}(P)$ étant celle correspondant à l'énergie de compression et $v_e(P)$ étant la vitesse éthérée de P, on a l'équation, avec $V(P)/c^2 \approx 1$:

$$\rho_{AS}(P)\approx\rho_{IS}(P)((1-v_e(P)^2/c^2)^{-1/2}-V(P)/c^2)+\rho_{CS}(P) \qquad (115hE)$$

On suppose qu'on a une constante K_{COMP}, dépendant du trou noir considéré, telle que $\rho_{CS}(P)=K_{COMP}\rho_{IS}(P)$ (Alternativement l'énergie de compression se concentre aux pôles). L'énergie de compression limite $(R_E-R_I)_{Max}$ aux pôles. Posant $\rho_{AS}=M_{T.NI}/4\pi R^2$, $M_{T.NI}$ étant la masse inerte et R le rayon absolu du trou noir considéré, $M_{T.Npi}$ la masse inerte totale des particules constituant le trou noir, on a le modèle suivant:

Dans ce modèle approximatif, le trou noir est sphèrique dans E_A. $v_e(P)$ est obtenue en supposant que la vitesse angulaire absolue Ω_A est constante et que $\rho_{IS}(P)$ et $\rho_{CS}(P)$ varient de telle façon que $\rho_{AS}(P)$ est constante et égale à ρ_{AS} et $\int_{S(T.N)}\rho_{IS}(P)dS=M_{T.Npi}$. On a aux pôles, si $V(P)=c^2(1-\varepsilon)$ avec $\varepsilon<<1$, $\rho_{IS}(P)=\rho_{AS}/(\varepsilon+K_{COMP})$. Une explication de l'origine des jets serait qu'avec des conditions, par exemple $M_{T.NI}>M_{LIMJ}$ et $K_{COMP}>K_{COMPLIMJ}$, toute particule à une distance $d\leq d_j<<R$ d'un pôle P (d_j , d_j' distances données $d_j < d_j$') sera animé d'une vitesse éthérée $v_e\approx c$ dans la direction de P. On pourra avoir à une distance à l'axe d_j' (ex.d_j'$=10d_j$ ou $d_j'\approx d_j$) à cause de la décompression, qu'une particule sera animée de v'$_e$ (ex.v_e'$=c/10$) vers P, son énergie (et donc v'$_e$) se conservant. (Energie empruntée à $M_{TNI}c^2$ ou $M_{TNCOMP}c^2$). Pour $d>d_j$' les particules seront animées d'une vitesse vers le pôle avec conservation du flux et $\rho_{AS}(d)=\rho_{AS}$. Cependant ces 2 effets sont incompatibles, conduisant à des incohérences, et on ne retiendra pas ce modèle. Dans un modèle analogue plus intèressant les jets sont constitués de plasma d'electrons et positrons constituant la couche supérieure du trou noir, avec $\rho_{Ise+e-}(d)$ constant pour $d>d_j$' (ou $d>d_j$). Si le trou noir est sans perte $M_{T.Npi}\approx M_{IT.N}$, $\rho_{IS}\approx\rho_{AS}$. (Conservation de l'énergie). $D_{JT.N}$ étant l'intensité absolue du jet, si $d_j=xR$ et $\rho_{IS}(d_j)=\rho_{IS}=M_{T.Npi}/4\pi R^2$ on obtient $D_{JT.N}=M_{T.Npi}xc/2RA(e)$. L'énergie des particules pour $d<d_j$ (Principalement celles du jet), sera $E_{T.N0,dj}=M_{T.NI0,dj}c^2\approx D_{JT.N}A(e)c(d_j+R_{T.N})/C(v_e)$.

On a supposé A(e) approximativement constant entre les rayons internes et externes du trou noir R_I et R_E. On obtient alors, supposant une symétrie sphérique ($v_e=0$) $(A(e)(R_E)-A(e)(R_I))/A(e)(R_I)\approx -1/6K_{T.NSe}$ en obtenant $V(R_I)-V(R_E)\approx 2\pi G\rho_A(R_E-R_I)^2\approx c^2(R_E-R_I)/2R_I$ avec $\rho_A=\rho_e A(e)(R_I)$ utilisant le Théorème de Gauss. (On posera $\rho_e=K_{TNSe}\rho_{AT.N}$, $\rho_{AT.N}=M_{IT.N}/V_{AT.N}$.) On a $\rho_{IS}=\rho_e A(e)(R_E-R_I)$. ρ_e pourrait être indépendant du trou noir et très élevé ($\rho_e\approx 10^{15}$ kg/m^3) si on a un plasma de particules élémentaires. On verra plus loin que le volume d'une particule pourra diminuer dans Ed d'un facteur A(e), ce qui augmente ρ_e.

L'énergie de compression du trou noir E_{COMPTN} ne peut pas être une énergie de compression classique. En effet si tel était le cas elle serait totalement déterminée par la masse inerte du trou noir M_{ITN} et M_{TNpi}, or à priori l'énergie de compression du trou noir E_{COMPTN} peut être largement indépendante de M_{ITN} et M_{TNpi}, car dans certains cas on peut avoir dans notre modèle $M_{ITN}=M_{COMPTN}=M_{TNpi}$.

On peut donc supposer que l'énergie de compression existe sous la forme d'une densité $\rho_C(P)$, indépendante ou ne dépendant pas seulement de M_{ITN} et pouvant être égale à $M_{ITN}c^2$.

Pour définir une énergie de compression correspondant aux critères précédents, on supposera que pour $V \approx c^2$, une particule peut acquérir une masse de compression m_C, qui n'est pas intégrée dans la masse inerte de la particule considérée. Lorsqu'un trou noir se constitue, si ses particules n'acquièrent pas d'énergie de mouvement elles acquièrent donc une masse de compression m_C. L'énergie $E(p_i)$ d'une particule de masse inerte m_I et de vitesse éthérée v dans $R_{AGT.N}$, dans un potentiel gravitationnel $-V$ généré par le trou noir est alors donnée par l'équation :

$$E(p_i)=m_Ic^2(1-v^2/c^2)^{-1/2}-m_IV+m_Cc^2 \qquad (115hF)$$

On a supposé que l'énergie thermique de la particule était incluse dans sa masse inerte. Sinon on doit ajouter un terme du type $E_{THp}=k_pT$. $-V$ est de l'ordre de $-c^2$, vérifie l'équation de Poisson et est tel que la somme des énergies précédentes est égale à $M_{IT.N}c^2$, $M_{IT.N}$ masse inerte du trou noir.

On peut supposer qu'une particule initialement au repos et dans un potentiel gravitationnel $-V \approx 0$ de masse inerte m_I, comprimée et évoluant en demeurant au repos dans un potentiel gravitationnel $-V \approx -c^2$ acquierre une énergie de compression égale à m_Ic^2. De plus on pourra supposer que si une particule ayant une masse de compression m_C dans un potentiel gravitationnel $-V \approx c^2$ est éjectée dans une région où $V \approx 0$, son énergie de compression est conservée ou rayonnée ou transformée en énergie de mouvement. Ceci pourrait expliquer la longueur observée des jets émis par les trous noirs de même que la grande durée de leur rayonnement.

On a admis pour une particule la possible existence d'une énergie positive, indépendante de sa masse inerte, *l'énergie de compression*. On peut généraliser ce concept en admettant aussi la possibilité pour une particule d'une énergie négative, appelée *énergie de décompression*. Ce concept permet de justifier la conservation de l'énergie pour une particule d'un trou noir dont l'énergie est nulle, c'est-à-dire qu'elle est au repos, dans un potentiel gravitationnel égal à $-c^2$, et avec une énergie de compression nulle, si on transfère sans modification d'énergie cette particule en un point où le potentiel gravitationnel est nul. Pour justifier la conservation de l'énergie, on doit introduire une énergie de décompression pour la particule $E_{DEC} \approx -mc^2$, afin que l'énergie totale de la particule considérée demeure quasi-nulle. Le concept d'énergie de compression permet aussi de donner une 3^{ième} possible nature de l'énergie rayonnée par un astre (Par exemple une étoile à neutron) sous forme d'ondes gravitationnelles. On pourra considérer que l'énergie de compression et l'énergie de décompression sont de la même nature, l'une positive l'autre négative. L'énergie de compression pourrait aussi être répartie équitablement dans toutes les particules du trou noir.

4.2.4 Rayonnement d'un trou noir.

On peut considérer un élément de surface extérieur du trou noir (Au repos dans E_A) dS et évaluer le flux densité d'énergie qu'il reçoit à cause du rayonnement fossile. Puisque la fréquence et la longueur d'onde des photons se conservent dans E_A, ce flux mesuré dans E_A est le même que pour un astre ordinaire. Cependant, on obtient que mesuré dans E_d il est diminué d'un facteur $A(e)^2$.

On pourra considérer qu'un objet homogène Obj a une température absolue T. Si on considère une enceinte emplie de gaz, la vitesse éthérée et l'énergie de mouvement dans Ed des particules de gaz détermineront la température et l'énergie interne du gaz. Cette énergie et donc cette température se conserveront si on déplace l'enceinte en une région avec une différente amplification d'espace sans apport ou perte d'énergie. L'énergie thermique de l'objet sera $E_{THObj}=K_{THObj}M_{Obj}T$, K_{THObj} constante dépendant de la nature de l'objet. Elle se conservera si on déplace l'objet sans apport ou perte d'énergie.

On peut considérer qu'un trou noir a une température $T_{T.N}(P)$, variable absolue, celle-ci n'étant pas nécessairement la même dans tout le trou noir et en particulier n'est pas nécessairement la même en surface et à l'intérieur du trou noir. Cependant dans le cas où elle est partout la même, l'énergie

thermique du trou noir sera $E_{THT.N}=K_{T.N}M_{T.Npi}T_{T.N}$, $K_{T.N}$ constante et $M_{T.Npi}$ somme des masses inertes des particules constituant le trou noir.

Considérant que la matière dans le trou noir est dans une situation très particulière ($V\approx c^2$, présence d'une énergie de compression importante), on peut aussi expliquer qu'on n'a jamais observé de rayonnement d'un corps noir pour un trou noir par une des 2 hypothèses (incompatibles) suivantes :

Dans la 1ière hypothèse, la matière du trou noir ne se comporte pas comme un corps noir et n'émet donc pas de rayonnement du corps noir à cause de la forte densité, comme une étoile à neutron.

Dans une 2ième hypothèse possible, le trou noir a un rayonnement du corps noir correspondant à sa température de surface $T_{T.NS}$, mais mesurée dans l'espace dilaté Ed et non dans l'espace absolu E_A. Et donc à cause de l'amplification d'espace la tempéraure meurée dans E_A n'est pas $T_{T.NS}$ mais $T_{T.NS}/A(e)$, A(e) amplification d'espace à la surface du trou noir. On rappelle que dans la T.E.G un trou noir peut émettre un rayonnement, car A(e) est fini. On remarque que $T_{T.NS}$ n'est pas nécessairement la tempéraure des jets superluminiques émis par le trou noir. En effet, cette température très élevée peut être liée à l'énergie très grande liée à l'émission du jet (friction..), mais aussi elle pourrait être la température interne du trou noir.

Par exemple si on a $T_{TN.S}=10000°K$ et $A(e)=10^{11}$, la température du trou noir observée depuis la terre c'est-à-dire dans E_A est $T_{TN.S}/A(e)=10^{-7,}$ ce qui n'est pas observable.

Nous allons maintenant étudier l'énergie des particules de l'anneau visible sur la photo du trou noir M87. On rappelle que d'après sa photo, le trou noir M87 est entouré d'un halo lumineux circulaire de rayon égal à 2,6 fois le rayon de Schwartzchild, et donc 5,2 fois son rayon d'après la T.E.G.

Considérons une particule p_1 appartenant à la surface intérieure de l'anneau, à une distance R_{ANTN} du centre du trou noir et animée d'une vitesse absolue v_A.

On a vu que la force centrifuge dans E_A s'exerçant sur p_1 était :

$$F_{CFA}(p_1)=m_{p1}v_A^2/R_{ANTN} \qquad (115i)$$

De plus la force gravitationnelle s'exerçant sur p_1 dans E_A est :

$$F_{GA}(p_1)=Gm_{p1}/R_{ANTN}^2 \qquad (115j)$$

On peut obtenir v_A en prenant, utilisant la photo du trou noir $R_{ANTN}=5,2R$, R rayon absolu du trou noir, et en égalisant force centrifuge et force centripète. On obtient alors la vitesse éthérée v_e de p_1 :

$$v_e=v_AA(e)=v_A(1-GM/R_{ANTN})^{-1} \qquad (115k)$$

L'énergie totale de p_1 est alors donnée par l'expression de l'énergie dans la T.E.G :

$$E_T(p_1)=m_{p1}c^2(1-v_e^2/c^2)^{-1/2}-GMm_{p1}/R_{ANTN} \qquad (115l)$$

Or si on a $R_{ANTN}=xR$, on obtient aisément en utilisant les équations précédentes:

$$E_T(p_1)(x))=m_{p1}c^2(x-1)(x^2+1-3x)^{-1/2}-1/x \qquad (115m)$$

Prenant x=5,2 on obtient $E_T(p_1)=0,99m_{p1}c^2$.

Non seulement cette valeur est acceptable, mais on peut considérer qu'elle est prédite par la T.E.G. En effet, pour $r<R_{ANTN}=5,2R$ la particule p_1 n'a pas l'énergie suffisante pour être en orbite

circulaire autour de O_{TN}. Il en résulte qu'elle est alors aspirée par le trou noir. Donc la T.E.G interprète la valeur expérimentale de R_{ANTN} ce qui n'est pas le cas de la R.G.

Ce qui précède est aussi une confirmation de la valeur de la force centrifuge qu'on a admise dans le cas du trou noir et aussi de l'expression de A(e) d'après la T.E.G ($A(e)=(1-V/c^2)^{-1}$).

Dans la T.E.G et contrairement à la R.G les variations du rayonnement des quasars ou des trous noirs peuvent être instantanées. Si on admet que l'énergie de mouvement de la matière absorbée par le trou noir se transforme intégralement en énergie thermique et que de plus l'énergie rayonnée par le trou noir provient de son énergie thermique, cela expliquerait que les quasars sont nécessairement actifs c'est-à-dire qu'ils absorbent beaucoup de matière. Une première explication du rayonnement d'un quasar serait que certains trous noirs atteignent une température limite $T_{LIMT.N}$, et ils ne peuvent avoir une température supérieure. Et donc si un tel trou noir reçoit de la matière dont l'énergie de mouvement se transforme entièrement en énergie thermique, cette énergie ne pouvant être stockée est réémise sous forme de rayonnement par le trou noir. Une $2^{ième}$ explication possible est que si un trou noir reçoit de la matière, l'énergie de mouvement de cette matière se transforme en énergie thermique particulière qui ne peut être stockée par le trou noir et est réémise sous forme de rayonnement quelle que soit la température du trou noir. On ne peut exclure la possibilité que le rayonnement du quasar ne soit pas dûe à la matière absorbée, mais soit un phénomène aléatoire lié au comportement radiatif des trous noirs qui n'est pas celui d'un corps noir. Les variations de température du quasar peuvent aussi se propager à une vitesse c dans E_A.

On a donné précédemment une hypothèse possible sur l'origine des jets superluminiques émis par les trous noirs, basée principalement sur l'énergie $M_{T.NI}c^2$ ou $M_{TNCOMP}c^2$. A l'intérieur de cette hypothèse, ces phénomènes peuvent être permanents ou temporaires. On a cependant 2 autres explications possibles, analogues aux 2 explications précédentes de l'origine du rayonnement d'un quasar, liées à l'absorption de matière par le trou noir :

Dans la $1^{ière}$ explication, certains trous noirs atteignent une énergie de compression limite E_{COMLIM} qu'ils ne peuvent dépasser. Ainsi lorsque un tel trou noir absorbe de la matière dont l'énergie de mouvement se transforme en énergie de compression cette énergie ne peut être stockée et provoque l'émission de jets. Dans la $2^{ième}$ explication, si un trou noir absorbe de la matière, l'énergie de mouvement de cette matière se transforme en une énergie de compression particulière qui ne peut pas être stockée et est émise par le trou noir sous la forme de jets. Ceci pourrait être vrai seulement pour les trous noirs supermassifs. Le caractère constant en intensité des jets semble en faveur de la $1^{ière}$ hypothèse.

On obtient que pour un photon ou une particule animé d'une vitesse éthérée très proche de la lumière émise par un trou noir, le temps absolu de l'échappement est d'ordre $A(e)_{T.N}R_{T.N}/c$ et le temps éthéré est d'ordre $Log(A(e)_{T.N})R_{T.N}/c$, $A(e)_{T.N}$ amplification à la surface du trou noir. (On utilise $c=dr_e/dt_e$, d'où $dt_e=dr_A A(e)/c$ et $dt_A=dr_A A(e)^2/c$, puis on intègre entre $R_{T.N}$ et $1{,}2R_{T.N}$. $(A(e)(1{,}2R_{T.N})\approx 5)$, ou on pose $V(R)=(1-\varepsilon)c^2$ $(A(e)(R)=1/\varepsilon)$ et on intègre sur ε). Donc si $A(e)R_{T.N}/c>20\ 10^9$ années on ne pourra observer ni jet ni rayonnement du trou noir à l'âge actuel de l'Univers ($15\ 10^9$ années). La distance éthérée entre 2 points P et Q d'un demi-axe du trou noir avec $A(e)(P)>A(e)(Q)>>1$ sera $R_{T.N}Log(A(e)(P)/A(e)(Q))$. Si $M_{T.NI}=M_{T.Npi}=M_{T.NCOMP}$ l'épaisseur éthérée du trou noir sera $d_e=(1/3)(\rho_{AT.N}/\rho_e)R_{T.N}$. Il en résulte que le volume d'une particule devrait être réduit dans Ed (Ex. d'un facteur A(e)) à cause de la perte d'énergie potentielle. On a alors $d_e<<R_{T.N}$ et A(e) quasi-constant. La contraction d'une particule dûe à la perte d'énergie potentielle, appelée contraction grave, est analogue à celle d'un ballon qui se dégonfle et celle dûe à l'énergie de mouvement, appelée contraction inerte, est analogue à celle d'un ballon qu'on compresse. Cette contraction peut être suivant une direction donnée (d'un facteur A(e)) ou sphèrique (d'un facteur $A(e)^{1/3}$), dans ce $2^{ième}$ cas elle demeure identique à une symétrie sphèrique près. A priori elle induit une contraction du temps propre de la particule d'un même facteur mais non du temps utilisé pour décrire les interactions de la particule considérée ni des dimensions d'un atome ou d'un assemblage d'atomes. Cependant l'existence d'astre avec A(e) non petit devant 1, intermédiaire entre les étoiles à neutrons et les trous

noirs tels que nous les avons définis demeure possible. Dans ce cas l'existence de la contraction précédente n'est pas nécessaire.

Ces explications ont des points communs avec l'explication classique selon laquelle radiation des trous noirs et émission de jets son dûes à l'absorption de matière mais sont fondamentalement différentes car dans la T.E.G, c'est du trou noir lui-même que proviennent jets et radiations, ce qui est impossible dans la R.G.

On peut aussi remarquer que l'explication actuelle basée sur la R.G de l'origine du rayonnement des quasars et de l'émission de jets par les trous noirs (champ magnétique accélérant les particules du disque d'accrétion) demeure compatible avec la T.E.G alors que la réciproque n'est pas vraie. La coexistence d'un champ magnétique axial demeure possible dans la T.E.G.

On rappelle qu'un quasar typique rayonne une énergie approximativement égale à l'énergie de repos de 10 soleils par an mais dans le modèle de la R.G le disque d'accrétion nécessite de capter 10 fois plus de matière si on considère qu'une particule ne peut rayonner plus de 10% de son énergie de repos. Au contraire avec l'explication de la T.E.G il suffit au quasar d'absorber la matière de 10 soleils par an.

4.2.5 Formation d'un trou noir.

La théorie telle qu'on l'a exposée ne peut être valide pour la formation d'un trou noir. En effet si elle était valide, toute particule lors de la formation d'un trou noir se déplacerait à une vitesse maximale de c dans Ed et donc à une vitesse très faible dans E_A à cause de l'amplification d'espace et de temps (On suppose que le centre d'inertie du trou noir est au repos dans E_A) et donc le temps de formation du trou noir mesuré dans E_A (Approximativement celui mesuré de la terre) serait extrêmement long et quasiment aucun trou noir n'aurait pu apparaître à l'âge actuel de l'Univers.

On propose donc la loi suivante pour la formation d'un trou noir : Lors de sa formation, lorsque le trou noir atteind un état de transition E_{TRTN} (Par exemple lorsque $V(G_{T.N})=c^2$) et jusqu'à ce qu'il atteigne son état final, une particule p_i peut se déplacer à une vitesse c dans E_A, radiale, tangentielle et à la limte circulaire, son énergie totale $E_{TOT}(p_i)(t_A)=E_{COMP}(p_i)(t_A)+E_{MVT}(p_i)(t_A)+E_{POT}(p_i)(t_A)$ demeurant constante quelle que soit la vitesse de la particule dans Ed (Très largement supérieure à c). On rappelle que $E_{COMP}(p_i)(t_A)$ peut être négatif.

On n'a donc plus $E_{MVT}(p_i)(t_A)=m_{pi}c^2(1-v_e(p_i)(t_A)^2/c^2)^{-1/2}$. Cependant si l'énergie de compression de la particule est nulle ou se conserve, on obtient $E_{MVT}(p_i)(t_A)$. On obtient le temps propre de la particule utilisant $A(e)(p_i)(t_A)$ et la vitesse éthérée virtuelle de p_i obtenue utilisant $E_{MVT}(p_i)(t_A)$. On peut généraliser la loi précédente en admettant que c'est la somme des énergies des particules qui se conserve et que p_i peut se déplacer dans E_A à toute vitesse inférieure à c. Plusieurs modèles de formation étant possibles, on admettra que c'est le plus rapide dans E_A qui est le modèle valide. Avec les lois précédentes la formation d'un trou noir est très rapide mesurée dans E_A.

L'énergie des particules (supposées au repos dans E_A) dans la sphère interne d'un trou noir à l'origine de l'amplification d'espace à sa surface est constituée d'énergie de compression. D'autres distribution qu'une distribution homogène sont possibles. (Notamment avec un astre central).

4.3 Cas de plusieurs dilatations simultanées.

Il est possible que dans certains cas, on ait des dilatations ayant plusieurs origines. Dans le cas statique, si par exemple on a plusieurs masses sphériques, la généralisation du Postulat 4Bb ainsi que l'expression très simple du Potentiel gravitationnel donné dans le Postulat 5B permet d'obtenir très simplement en tout point la base propre de dilatation due à ces masses. Ceci était beaucoup plus compliqué dans la R.G. En effet, on a vu dans la remarque suivant le Postulat 5B que d'après la T.E.G on avait les dilatations exprimées dans le Postulat 4Bc (Equation (11)) en prenant une base propre de

dilatation locale ($\mathbf{i}_A,\mathbf{j}_A,\mathbf{k}_A$) telle que $\mathbf{i}_A$ est orthogonal aux équipotentielles. A priori, ceci donne le même tenseur métrique que dans la Relativité Générale seulement dans le cas où on a une seule masse statique sphérique générant le potentiel.

En général, les masses générant le potentiel ont une vitesse petite devant c dans l'Ether, identifié au Référentiel local Cosmologique [11]. Et donc la perturbation sur les distances dans E_d (obtenues en considérant que les masse sont statiques) due au mouvement des masses générant le potentiel est négligeable. Et donc on peut en général avec une excellente approximation ne pas tenir compte du mouvement des masses générant le potentiel pour obtenir les distances dans E_d. Cependant dans certains cas, notamment pour les phénomènes liées aux ondes gravitationnelles, c'est seulement le mouvement des masses générant le potentiel qui est à l'origine de ces phénomènes, et on doit donc utiliser les équations de la Relativité Générale pour décrire ces phénomènes (Voir section 4.8).

Il est cependant possible, dans le cas non-statique, qu'on obtienne plusieurs bases propres de dilatations dues à plusieurs sources, et qu'on veuille obtenir approximativement en tout point P de E_A le tenseur de la T.E.G dû à l'ensemble de ses sources. On a étudié ce cas dans la section 3.6.

On rappelle que dans la section 3.5 on a montré que notre obtention de la déviation du périhélie de Mercure demeurait valide si on tenait compte du potentiel gravitationnel généré par la Voie Lactée dans le système solaire. Ce potentiel était de l'ordre de $V(R_S)=GM_{M.W}(R_S)/R_S$, avec R_S distance du système solaire au centre $O_{M.S}$ de la Voie Lactée et $M_{M.W}(R_S)$ masse de la sphère de centre $O_{M.W}$ et de rayon R_S, sphère qu'on a vue pouvant être modélisée par une sphère présentant une symétrie sphérique et composée principalement de substance sombre [11]. De plus on a l'approximation $GM_{M.W}(R_S)/R_S \approx v_{M.W}^2$, $v_{M.W}$ étant la vitesse orbitale des étoiles dans la Voie Lactée, $v_{M.W} \approx 210$ km/s.

Or dans la R.G, pour obtenir la déviation du périhélie de Mercure, on ne considère pas l'effet de la masse de la Voie Lactée prévue par les équations de la R.G ou on considère que cet effet est négligeable. Or cette hypothèse est fausse puisqu'on obtient que $GM_{M.W}/R_S$ est très grand devant $GM_S/r \approx v_{Me}^2$ avec M_S masse du soleil, r distance de Mercure au centre du soleil et v_{ME} vitesse de Mercure dans le système solaire. On doit donc tenir compte de la masse de la Voie Lactée dans les équations de la R.G pour obtenir la déviation du périhélie de Mercure dans la R.G, et à priori, rien n'indique que ceci donne le même résultat que si on ne tient compte de la masse de la Voie Lactée.

4.4 Comparaison des expressions de la contraction C(v) due au mouvement et l'amplification d'espace A(e).

On remarque qu'en absence de gravitation, d'après le Postulat 5A, un objet animé de la vitesse absolue v (égale à la vitesse éthérée en absence de gravitation) subit une contraction de C(v) par rapport à l'Espace E_A. On remarque alors que si l'objet a une masse m, et si E est son énergie de mouvement, on a, d'après le Postulat 5Ba :

$$C(v) = \sqrt{1 - v^2/c^2} = \frac{mc^2}{E} \qquad (124X)$$

Si on considère maintenant un objet au repos dans E_d en un point P et une masse générant le Potentiel au repos dans E_d, alors $E=mc^2-mV$ étant l'énergie totale de l'objet, on a une amplification d'espace A(e) en P qui est d'après le Postulat 4Bb :

$$A(e) = \frac{1}{1 - V/c^2} = \frac{mc^2}{mc^2 - mV} = \frac{mc^2}{E} \qquad (128X)$$

On voit donc que A(e) et C(v) ont des expressions analogues (et simples) en fonction de l'énergie.

4.5 Relations intéressantes dans la T.E.G.

On a exprimé l'énergie d'un photon dans le Postulat 6B par :

$$E = h\nu_e - \frac{h\nu_e}{c^2}V = h\nu_e(1 - V/c^2) = h\nu_A \qquad (130aX)$$

Supposons maintenant que par un processus défini (désexcitation ou désintégration), une particule de masse m émette un photon d'énergie absolue ν_0 lorsqu'elle est immobile dans E_A, c'est-à-dire en l'absence de gravitation.
Supposons maintenant que la particule est immobile placé dans E_d en un point P de potentiel gravitationnel V.
D'après le Postulat 6C, elle émet par un processus identique un photon de fréquence $\nu_e=\nu_0$ mesurée dans E_d, et donc si on peut négliger l'énergie de recul, l'énergie perdue par la particule lors de l'émission est ΔE avec :

$$\Delta E = h\nu_e(1 - V/c^2) = h\nu_0(1 - V/c^2) \qquad (130bX)$$

Or l'énergie de la particule était dans le Potentiel V :

$$E=mc^2-mV=mc^2(1-V/c^2) \qquad (130cX)$$

Et donc on a

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{h\nu_0(1 - V/c^2)}{mc^2 - mV} = \frac{h\nu_0}{mc^2} = \text{constant} \qquad (133X)$$

L'équation précédente, obtenue dans la T.E.G, indique donc que $\Delta E/E$ est le même quelque soit le Potentiel V, et est donc très intéressante
On n'obtient pas l'expression précédente en prenant le tenseur métrique d'Einstein dans le cas où on n'a pas $V/c^2<<1$, car ce tenseur fait intervenir un terme $(1-2V/c^2)$ au lieu du terme $(1-V/c^2)^2$ dans le tenseur de la T.E.G exprimé dans le Postulat 4B.
Ceci est donc un nouvel argument sur le fait que d'après le 2ième Principe de la T.E, le tenseur de la T.E.G coïncide avec le tenseur métrique d'Einstein seulement dans le cas ou on a $V/c^2<<1$.
On rappelle qu'on a justifié l'expression de l'énergie d'un photon $E=h\nu_A$, en considérant qu'un photon de fréquence ve mesurée en un point fixe de E_d avait une masse grave égale à $h\nu_e/c^2$. Nous donnerons, dans l'article suivant Suite de la Théorie de l'Ether, une 2ème justification plus générale utilisant l'expression des équations de la physique quantique dans la T.E.G.

4.6 Obtention des équations de Lagrange dans E_A.

Dans les applications de la T.E.G concernant la déviation du périhélie de Mercure ou d'un rayon lumineux par une masse, on a utilisé les équations de Lagrange classique exprimées avec les

coordonnées de l'Espace Euclidien E_A. Cela n'était pas possible de les exprimer dans E_d car E_d n'est pas euclidien. Cependant, on a vu que E_d était localement Euclidien, et donc, puisque d'après les Postulat 5 et 6, localement toutes les lois classiques sont vraies exprimées en coordonnées éthérées, il en résulte que localement, les équations de Lagrange exprimées en coordonnées éthérées sont vraies, comme on l'a admis dans le Postulat 5Bc. Or on peut montrer qu'une conséquence de ceci est que localement en un point P, les équations de Lagrange exprimées avec des coordonnées absolues sont vraies, à condition que si (q_{1A},q_{2A},q_{3A}) sont ces coordonnées absolues, on ait en P une base propre de dilatation $(\mathbf{x}_{1A},\mathbf{x}_{2A},\mathbf{x}_{3A})$ telle que $\partial\mathbf{P}/\partial q_{iA}//x_{iA}$ (pour i=1,2,3).
En généralisant ceci dans E_A, avec la condition précédente, on obtient les équations de Lagrange exprimées avec des coordonnées absolues qu'on a utilisées dans l'application de la T.E.G concernant la déviation du périhélie de Mercure.
Montrons donc la validité locale des équations de Lagrange exprimées dans E_A dans un cas particulier. On suppose qu'en un point P fixe de E_d, on a une base propre de dilatation $(\mathbf{x}_{1A},\mathbf{x}_{2A},\mathbf{x}_{3A})$ associée aux amplifications (A_1,A_2,A_3,A_t), et on considère le cas de coordonnées cartésiennes (q_{1A},q_{2A},q_{3A}) dans la base $(\mathbf{x}_{1A},\mathbf{x}_{2A},\mathbf{x}_{3A})$.
On a bien la condition $\dfrac{\partial \mathbf{P_A}}{\partial q_{iA}} // \mathbf{x}_{iA}$ pour i=1,2,3.

D'après la définition d'une base propre de dilatation donnée dans la section 2.2.3, si en P on a un vecteur $d\mathbf{M}_A(dq_{1A},dq_{2A},dq_{3A})$ mesuré dans E_A, il correspond à un vecteur $d\mathbf{M}_e(A_1dq_{1A},A_2dq_{2A},A_3dq_{3A})$ mesuré dans E_d, c'est-à-dire que si $(dq_{1e},dq_{2e},dq_{3e})$ sont ses coordonnées dans la base de contraction $(\mathbf{x}_{1e},\mathbf{x}_{2e},\mathbf{x}_{3e})$ définie dans la section 2.2.3, on a toujours :

$$dq_{ie}=A_i dq_{iA} \qquad (152X)$$

Les équations de Lagrange locales exprimées en cordonnées éthérées sont :

$$\frac{d}{dt_e}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_{ie}}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_{ie}}=0 \qquad (153a)$$

Mais on a la relation, dt_A étant l'intervalle de temps dans E_A correspondant à dt_e mesuré dans E_d au point P :

$$dt_e=A_t dt_A \qquad (153bX)$$

Donc, d'après l'équation (152X):

$$\dot{q}_{ie}=\frac{dq_{ie}}{dt_e}=\frac{A_i}{A_t}\frac{dq_{iA}}{dt_A}=\frac{A_i}{A_t}\dot{q}_{iA} \qquad (153bX)$$

Remplaçant dans l'équation (153a), on obtient bien :

$$\frac{d}{dt_A}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_{iA}}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_{iA}}=0 \qquad (154a)$$

On a montré ce qui précède dans le cas des coordonnées cartésiennes (q_{iA}), mais on peut le généraliser de façon analogue avec seulement la condition sur les coordonnées (q_{iA}): $\dfrac{\partial \mathbf{P_A}}{\partial q_{iA}} // \mathbf{x}_{iA}$.

4.7 Cosmologie dans la T.E.G.

On a proposé dans l'article [11] un modèle d'Univers sphérique en expansion de centre O. Dans ce modèle d'Univers, on a défini un Référentiel Universel Cosmologique R_C de centre O dont les axes allaient jusqu'aux frontières de l'Univers, et en tout point de l'Univers un Référentiel local particulier, appelé Référentiel local Cosmologique, identifié au Référentiel de Repos du Cosmic Microwave Background (RRC).

Notre modèle ne tenait pas compte de l'effet de la gravitation sur le temps et les longueurs. On identifie localement le RRC avec l'espace dilaté E_d, superposé à E_A, E_d et E_A étant définis dans cet article(Postulat 4.A). Et donc l'Ether local (identifié à E_A, l'espace absolu utilisé dans cet article) est défini en tout point de l'Univers, puisqu'on a vu dans l'article [11] que le RRC était défini en tout point de l'Univers. On définit alors le Référentiel Universel Cosmologique absolu R_{CA} de façon analoque à R_C : R_{CA} , dont l'origine est O centre de l'Univers, a ses axes parallèles à ceux des ethers locaux E_A, son temps est le temps donnés par les ethers locaux E_A, et localement, les distances données par R_{CA} sont identiques à celles données par E_A. On a vu dans le 2nd modèle mathématique d'expansion de l'Univers, que, t étant le temps Cosmologique (âge de l'Univers), si R(t) était le rayon de l'Univers sphérique au temps Cosmologique t, on avait R(t)=Ct. Etant donné l'Universalité du temps t_A, la solution la plus simple (qu'on adoptera) est d'identifier l'âge de l'Univers avec t_A (temps absolu), avec donc $R_A(t_A)=Ct_A$, $R_A(t_A)$ étant le rayon de l'Univers mesuré dans le Référentiel Cosmologique Universel absolu R_{CA} .

Cependant, t_{eO} étant le temps indiqué par une horloge fixe située en O centre de l'Univers (ou un n'importe quelle origine du RRC qu'on a définie dans l'article [11]), on peut montrer, prenant comme origine de t_{eO} le Big-Bang avec $t_{eO}=t_A=0$, qu'on a toujours $t_{eO}\approx t_A$.

Soit Q l'origine d'un RRC (on a appelé aussi Q *point comobile* de la sphère en expansion constituant l'Univers), on a vu, puisque Q est au repos dans l'ether local E_A (Equations (8)(10)), $V(Q)(t_A)$ étant le potentiel gravitationnel en Q au temps absolu t_A (Rappelons qu'on a pris dans cet article contrairement aux conventions V(Q) positif, et donc l'énergie potentielle gravitationnelle d'une masse m en Q, avec cette convention est égale à-mV(Q)).

$$dt_{eQ}=dt_A(1-V(Q)(t_A)/c^2) \qquad (155)$$

Or on a exposé dans l'article [11] comment calculer $V(Q)(t_A)$:
Au début de l'Univers, avant l'apparition des galaxies, on a vu que l'Univers était empli de substance sombre homogène en densité et en température, qui devenait aussi un mélange homogène de substance sombre et de matière baryonique après l'apparition des particules baryoniques. On a vu dans l'article [11] qu'à cause de l'expansion cette substance sombre et ce mélange homogène se comportaient comme le vide absolu du point de vue gravitationnel (C'est-à-dire que dans les équations de la mécanique Newtonienne on prend $\rho(P)=0$ en tout point de ce mélange homogène). On a donc durant cette période $V(Q)(t_A)=0$, et donc $dt_{eQ}=dt_A$.

Puis apparaissent les galaxies et les amas, mais alors on sait qu'on a en général (sauf si Q est prés d'un trou noir) $V(Q)(t_A)/c^2<<1$ er donc $dt_{eQ}\approx dt_A$.

On a donc toujours en général $t_{eQ}\approx t_A$, ce qui fait qu'on peut aussi identifier l'âge de l'Univers avec t_{eQ}, et qu'on a le rayon de l'Univers $R(t_{eQ})\approx R(t_A)=Ct_A\approx Ct_{eQ}$.

4.8 Ondes gravitationnelles.

On remarque que l'existence des ondes gravitationelles est compatible avec la Théorie de l'Ether avec gravitation. Elles sont analogues aux ondes électromagnétiques mais agissent sur l'espace-temps. On doit les utiliser dans le cas d'un système d'étoiles binaires (Section 3.6), pour obtenir la perte d'énergie de ce système. Et donc dans la Théorie de l'Ether avec gravitation, les ondes gravitationnelles sont définies mathématiquement de façon analogue à leur définition dans la Relativité Générale. On doit utiliser les équations pour prédire les ondes gravitionnelles issues par exemle de la fusion de 2 trous noirs. La vitesse de ces ondes est à priori comme pour les ondes électromagnétiques égale à c mesurée dans l'espace dilaté E_d. Les équations de la R.G définissant mathématiquement les ondes gravitationnelles sont parmi les seules à être utilisées dans la T.E.G.

On a cependant donné dans la T.E.G (section 4.2.2) une interprétation de l'énergie perdue lors de la fusion de 2 trous noirs à cause de l'émission d'ondes gravitationnelles et de la variation de la masse des trous noirs qui n'existe pas dans la R.G.

5. CONCLUSION

Nous avons donc exposé dans cet article une Théorie de l'Ether avec gravitation généralisant la Théorie de l'Ether sans gravitation exposée dans l'article Théorie de l'Ether [(6)]. On a généralisé tous les concepts de cette 1^{ière} théorie, en particulier celui d'un Espace absolu, de contractions temporelle et spatiale, de simultanéité absolue ainsi que l' interprétation de ces contractions par l'existence d'un fluide temporel.

On a justifié que dans la T.E.G, d'après le 2^{ième} Principe de la T.E, les équations donnant le tenseur métrique de la T.E.G étaient identiques à celles donnant le tenseur métrique d'Einstein, mais seulement dans l'approximation $V/c^2<<1$. On a interprété les phénomènes liés à la R.G d'une façon nouvelle, propre à une Théorie moderne de l'Ether. On a vu aussi comment la plupart des lois usuelles, comme les équations de Maxwell, mais aussi les lois de la dynamique d'expressions identique dans la T.E sans gravitation, et la R.R, étaient généralisées de façon extrêmement simple dans la T.E.G ce qui n'était pas le cas dans la R.G. On a donc présenté une nouvelle interprétation des phénomènes liés à la R.G, dans une Théorie moderne de l'Ether, et cette conception semble beaucoup plus claire que la conception d'après la R.G. Cependant le modèle qu'on a donné interprétant la métrique de Schwartzchild dans la T.E.G n'est pas valide dans l'Univers primordial où on a la métrique perturbée de FRW (Voir l'article précédent : Théorie de la matière sombre et de l'énergie sombre). On peut cependant conserver tous les concepts fondamentaux de la T.E.G (Espace dilaté Ed, Espace absolu E_A, variables éthérées, ex. $dt_e=(1+\Phi_A)^k\, dt_A$, (ou $(1-\Phi_A)^{-k}$), $dx_{ie}=(1+\Phi_A)^{-1}dx_{iA}$ (ou$\approx(1-\Phi_A)$) (i=1,2,3)…). Si $k\neq3$, dans l'Univers primordial, la quantité de temps absolu (dans t_A) écoulé pour un objet n'est plus proportionnelle à son volume dans E_A.

Et donc la T.E.G est une théorie de l'Ether fondamentale permettant d'interpréter les phénomènes jusqu'ici seulement interprétés par la R.G.

Dans l'article suivant Suite de la Théorie de l'Ether, on exposera aussi l'interprétation de la physique quantique par la T.E.G.

References

1)Max Born,Einstein's Theory of Relativity (Dover Publication,New-York 1965)
2)J.Foster, J.P Nightingale, A short course in General Relativity (Springer-Verlag,New-York 1994)
3)A.French,Einstein,Le livre du centenaire, (Hier et Demain,France,1979)
4)J.Ph Perez,N.Saint-Cricq Chery,Relativité et quantification (Masson Paris 1986)
5)T.Delort, Theory of Ether, Physics Essays, 13 (2000)
6)T.Delort, Théorie de l'Ether , Extrait du livre Théories d'or 10^{ième} édition, Books on Demand, Paris (2018)).(Cet article est la version en Français réactualisée de (5).
7)T.Delort, Applications of Theory of Ether,Phys.Ess, 17,3 (2004).
8)T.Delort,Applications de la Théorie de l'Ether (2018), Extrait du livre Théories d'or 10^{ième} édition, Books on Demand, Paris (2018))(Cet article est la version en Français réactualisée de (7).
9)T.Delort, Complements of the Theory of Ether, Physics Essays 18 (2005)
10)T.Delort, Theory of Ether with Gravitation, Physics Essays, 18 (2005)
11)T.Delort, Matière sombre et énergie sombre dans l'Univers, Théories d'or 10^{ième} édition, Books on Demand, Paris (2018)).
12)Tuan Do, Unprecedented Near-infared Brightness end Variability of SgrA,Astrophysical Journal Letters,v882,n2,2019.
13)Greenstein and Schmidt, The quasi-stellar Radio Sources 3C48 and 3C273, Astrophysical Journal, vol 140, 1964.

Article: SUITE DE LA THEORIE DE L'ETHER
Auteur:Thierry DELORT
Extrait du livre: Théories d'or 10e édition, Editions Books on Demand, Paris (2020).

Résumé:

Dans 4 articles précédents (Théorie de l'Ether, Eléments de la Théorie de l'Ether, Compléments de la Théorie de l'Ether, Théorie de l'Ether avec Gravitation [9] [10] [11] [12] (Extraits du livre Théories d'or), on a exposé les fondations d'une Théorie moderne de l'Ether. Dans cet article, nous développons la Théorie de l'Ether avec Gravitation (T.E.G) exposée dans le dernier article. En particulier, nous étudions le cas d'une masse générant le Potentiel en mouvement en utilisant le concept généralisé de Référentiel Galiléen (Dans le 1ier article, on avait seulement considéré le cas d'une masse immobile dans l'espace absolu E_A ou au voisinage d'un point fixe de E_A), nous interprétons la physique quantique dans le cadre de la T.E.G, et étudions certaines variables fondamentales dans l'électromagnétisme d'après la T.E.G.

Mots clés : Théorie de l'Ether avec Gravitation, Référentiels Galiléens.

1.INTRODUCTION

Dans 4 articles précédents [9-12], on a exposé les bases d'une Théorie moderne de l'Ether, couvrant tous les phénomènes liés à la Relativité Restreinte ou Générale. Dans cet article, nous apportons certains éléments nouveaux relatifs à la T.E.G (Théorie de l'Ether avec Gravitation) exposée dans l'article précédent [12].
On rappelle que d'après le 2ième Principe de la T.E exposé dans l'article précédent, notre Univers est représenté comme un Espace dilaté E_d, qui est superposé à un Espace absolu sans gravitation E_A. Les longueurs et les temps de chaque espace sont reliées par un tenseur de la T.E.G. E_A est un espace Euclidien, alors que E_d est seulement localement Euclidien. Localement en un point P de E_d, un élément de vecteur $d\mathbf{M}_A$ mesuré dans E_A correspond à un élément de vecteur $d\mathbf{M}_e$ mesuré localement dans E_d. On obtient $d\mathbf{M}_e$ à partir de $d\mathbf{M}_A$ (ou l'inverse), en utilisant une base propre de dilatation en P. D'après les Postulats 4,5,6 présentés dans l'article précédent, la plupart des équations classiques sont vraies localement exprimées dans E_d, c'est-à-dire avec des coordonnées éthérées. Cependant, dans l'article précédent, on a seulement considéré le cas d'une masse générant le Potentiel immobile dans E_A ou demeurant près d'un point fixe de E_A.

Dans cet article, on étudiera le cas de masses en mouvement par rapport à E_A mais au repos dans un Référentiel Galiléen absolu R_A'(Dont on a généralisé la définition dans le cadre de la T.E.G dans l'article précédent). Puis on étudiera les variables fondamentales en électromagnétisme d'après les lois de la T.E.G. Enfin nous donnerons l'interprétation de la Physique Quantique (C'est-à-dire des équations fondamentales propres à la Physique quantique) par la T.E.G, et nous complèterons l'étude des trous noirs par la T.E.G.

2.REFERENTIELS GALILEENS.

On a vu dans l'article précédent que si on avait un point fixe P de E_d dans lequel il y avait une base propre de dilatation, un objet animé d'une vitesse éthéré v_e mesurée dans le Référentiel local éthéré $R_e(P)$ se contractait d'un facteur $C(v_e)$ dans la direction de son mouvement par rapport à un objet identique mais immobile en P.

On rappelle qu'on a défini dans l'article précédent un Référentiel Galiléen R_A', comme un Référentiel totalement analogue aux Référentiels Galiléen définis en l'absence de gravitation dans le 1ier article Théorie de l'Ether [9]. Pour le définir, on peut donc considérer des règles et des horloges standard placées non dans E_d mais dans E_A, de façon totalement analogue au 1ier article. Avec les mêmes hypothèses que pour les transformations obtenues dans le 1ier article, on obtient que les transformations entre R_A' et E_A sont,v_A étant la vitesse absolue de R_A' par rapport à R_A : (supposant donc que les origines des temps coïncident (C'est-à-dire qu'à T_A=0 on a T_A'=0), de même que les origines O et O' T_A=T_A'=0, et que les axes OX et O'X' coïncident :

$$X_A'=\frac{X_A-v_AT_A}{\sqrt{1-v_A^2/c^2}},Y_A'=Y_A,Z_A=Z_A',T_A'=T_A\sqrt{1-v_A^2/c^2} \qquad (4aX)$$

En décalant les horloges de R'$_A$ de X'$_A$/c^2, on obtient un Référentiel de Lorentz associé R''$_A$ associé au Référentiel Galiléen R'$_A$ exactement de la même façon que dans le 1ier article. On a donc :

$$X_A''=X_A',Y_A''=Y_A',Z_A''=Z_A',\ T_A''=T_A'-v_AX_A'/c^2 \qquad (4bX)$$

D'où on déduit :

$$X_A''=\frac{X_A-v_AT_A}{\sqrt{1-v_A^2/c^2}},Y_A''=Y_A,Z_A''=Z_A,T_A''=\frac{T_A-v_AX_A/c^2}{\sqrt{1-v_A^2/c^2}} \qquad (4cX)$$

Jusqu'ici, dans l'article précédent Théorie de l'Ether avec Gravitation [12], on a seulement considéré le cas de masses générant le Potentiel immobiles dans E_A ou au voisinage d'un point fixe de E_A.

Or on a vu qu'en absence de gravitation, on pouvait appliquer les mêmes lois physiques dans le Référentiel de Lorentz R_A'' que dans E_A. Ceci était la conséquence des Postulats 1,2,3 de la T.E sans gravitation, eux-mêmes étant la conséquence du 1ier Principe de la T.E selon lequel les lois dans l'Univers étaient telles qu'elles tendaient à empêcher un observateur fixe par rapport à un Référentiel Galiléen de détecter son mouvement par rapport à l'espace absolu E_A.

On a vu dans l'article précédent ***Théorie de l'Ether avec gravitation*** que si on avait une masse unique générant le Potentiel, celle-ci étant fixe dans E_A, on pouvait obtenir des relations entre les temps et les distances absolues (c'est-à-dire mesurées dans E_A) et les temps et les distances mesurées localement dans E_d, c'est-à-dire l'espace où nous vivons, superposé à E_A.

Nous allons maintenant étudier le cas où cetaines masses générant le potentiel sont en mouvement dans E_A.

On a vu dans l'article précédent Théorie de l'Ether avec Gravitation comment on pouvait obtenir les trajectoires des planètes dans des systèmes stellaires, et aussi avec une bonne approximation celles des galaxies dans des amas (Utilisant les lois de Newton classiques dans des Référentiels Galiléens absolus). Considérant un astre quelconque E_S (étoile, planète, trou noir..), on admettra, considérant le Référentiel Galiléen absolu R_{AS} dont l'origine est le centre d'inertie G_S de E_S, le Postulat 7 suivant :

POSTULAT 7 :

a)On peut, dans le champ d'amplification de E_S, superposer à R_{AS} un espace dilaté $E_d(R_{AS})$ totalement analogue à l'Espace dilaté E_d superposé à l'Espace vide superposé E_A que nous avons défini. (On rappelle que le champ d'amplification de E_S contient tous les points P contenus par une équipotentielle contenant elle-même comme unique astre).

b)Dans le champ d'amplification de E_S, les équations locales (quantiques, éléctromagnétiques, de physique des particules..) sont les mêmes dans $E_d(R_{AS})$ que si R_{AS} était E_A et $E_d(R_{AS})$ était E_d, E_S isolé.

On note que le Postulat 7 précédent apparaît comme une conséquence du 1ier Principe de la Théorie de l'Ether car il est vrai quelque soit la vitesse absolue de G_S. Il en résulte une 2ième justification du résultat négatif de l'expérience de Micelson et Morley : Au voisinage de la terre T, tout se passe comme si G_T était immobile dans l'Ether. Si A_1 est dans le champ d'amplification de S, R_{AA1} pourrait être Référentiel Galiléen absolu relativement à R_{GALAS} et non E_A.

3. VARIABLES FONDAMENTALES EN ELECTROMAGNETISME.

On a vu dans le 1ier article que dans le cas sans gravitation, R_A' étant un Référentiel Galiléen défini comme dans la section précédente et R_A'' étant le Référentiel de Lorentz associé, alors si un élément chargé avait une densité ρ_0 au repos, il avait aussi un densité égale à ρ_0 mesuré dans R_A'et dans R_A'' lorsqu'il était au repos dans R_A' ou R_A''.
Les vecteurs densités de courant dans R_A' et R_A''sont définis classiquement par :

$$\mathbf{j}_A' = \rho_A' \mathbf{v}_A' \text{ et } \mathbf{j}''_A = \rho_A'' \mathbf{v}_A'' \qquad (10X)$$

Avec $\mathbf{v}_A$' (resp. $\mathbf{v}_A$") la vitesse de l'élément chargé mesuré dans R_A' (resp. R_A"), et ρ_A' (resp ρ_A") sa densité électrique mesurée dans R_A' (resp. R_A").

On a admis dans le 1ier article qu' on avait les égalités :

$$\mathbf{j}_A' = \mathbf{j}_A'' = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_A'}{dt_p} = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_A''}{dt_p} \qquad (11)$$

dt_p étant le temps propre de l'élément chargé lorsqu'il parcourait $d\mathbf{M}_A$', ou $d\mathbf{M}_A$''.

Les relations précédentes étaient utiles, car comme conséquence elles avaient que l'intensité du courant pouvait être mesurée indifféremment dans R_A' ou dans R_A''.
On les obtient de la façon suivante :
Puisque R_A' et R_A'' ont des coordonnées spatiales identiques, et que de plus le temps propre d'un objet est identique calculé dans R_A' et R_A'', on a bien l'égalité :

$$\rho_0 \frac{d\mathbf{M}_A'}{dt_p} = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_A''}{dt_p} \qquad (12aX)$$

De plus puisque les transformations entre E_A et R_A'' sont les transformations de Lorentz, d'après les propriétés mathématiques de ces transformations et le fait que l'élément chargé se comporte dans E_A exactement comme dans un Référentiel de Lorentz en Relativité, on a :

$$\mathbf{j}_A'' = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_A''}{dt_p} \qquad (12bX)$$

On rappelle que v_A est la vitesse absolue de R_A' par rapport à E_A. Si V_A est la vitesse absolue de l'élément chargé, on a, d'après les transformations (4aX) entre E_A et R_A':

$$\rho'_A = \rho_0 \frac{\sqrt{1 - v_A^2/c^2}}{\sqrt{1 - V_A^2/c^2}} \text{ et } dt'_A = dt_A \sqrt{1 - v_A^2/c^2} \qquad (12cX)$$

Il en résulte :

$$\mathbf{j}'_A = \rho'_A \frac{d\mathbf{M}'_A}{dt'_A} = \rho_0 \frac{\sqrt{1 - v_A^2/c^2}}{\sqrt{1 - V_A^2/c^2}} \times \frac{d\mathbf{M}'_A}{dt_A \sqrt{1 - v_A^2/c^2}} \qquad (12dX)$$

et donc puisque d'après la définition de dt_p on a :

$$dt_p = dt_A \sqrt{1 - V_A^2/c^2} \qquad (13X)$$

On obtient donc :

$$\mathbf{j'}_A = \rho_0 \frac{d\mathbf{M}_A'}{dt_p} \qquad (14X)$$

On obtient donc l'équation (11).

4. OBSERVATEUR EN MOUVEMENT PAR RAPPORT A UNE MASSE STATIQUE.

On a présenté dans la section 2 le cas où la masse créant le Potentiel n'était pas fixe dans E_A ou au voisinage d'un point fixe de E_A.
Cependant on n'a pas étudié le cas où la masse créant le Potentiel est au repos dans E_A, mais où l'observateur est lui-même en mouvement par rapport à cette masse. Nous allons traiter ce cas dans ce qui suit.
Le cas général où la masse générant le Potentiel est en mouvement, et où l'observateur est lui aussi en mouvement par rapport à cette masse se déduit alors du cas précédent en utilisant le Postulat 7 présenté dans la section 2.

Considérons pour commencer le cas où la masse est immobile dans E_A, et où l'observateur est immobile dans un Référentiel local éthéré $R_e(P)$.
Considérons une expérience classique de physique des particules : Localement où se trouve l'observateur, on a une collision entre une particule 1 et une particule 2 de masse m_1 et m_2 qui produisent des particules 3 et 4, la 3^{ième} particule ayant une masse m_3 et la particule 4 étant un photon.
Nous verrons que notre exemple se généralise immédiatement au cas général d'un nombre quelconque de particules, parmi lesquelles certaines peuvent être des photons.
On suppose la collision élastique.
D'après les Postulats 5 et 6 de la T.E.G présenté dans l'article Théorie de l'Ether avec Gravitation [(12)], il y a conservation de l'impulsion et de l'énergie, c'est-à-dire qu'on a :

$$\mathbf{P}_1+\mathbf{P}_2=\mathbf{P}_3+\mathbf{P}_4 \qquad (15X)$$

$$E_1+E_2=E_3+E_4 \qquad (16X)$$

De plus, d'après les Postulats 5,6 l'expression de $\mathbf{P}_1$,$\mathbf{P}_2$,$\mathbf{P}_3$ et $\mathbf{P}_4$ en coordonnées éthérées est celle des impulsions en Relativité dans un Référentiel de Lorentz. C'est-à-dire que pour i=1,2,3 on a :

$$\mathbf{P}_i = \frac{m_i \mathbf{v}_{ei}}{\sqrt{1 - v_{ei}^2 / c^2}} \qquad (17X)$$

$\mathbf{v}_{ei}$ étant la vitesse éthérée de la Particule i, et pour le photon, on a :

$$\mathbf{P}_4=h\nu_{e4}/c\ \mathbf{u} \qquad (18X)$$

ν_{e4} étant la fréquence éthérée du photon, et **u** vecteur unitaire de sa direction (en coordonnées éthérées).

De plus, d'après les Postulats 5 et 6, les énergies sont, pour i=1,2,3, V étant le Potentiel gravitationnel local :

$$E_i = \frac{m_i c^2}{\sqrt{1 - v_{ei}^2 / c^2}} - m_i V \qquad (19X)$$

$$E_4=h\nu_{e4}(1-V/c^2) \qquad (20X)$$

On rappelle que V/c^2 est de l'ordre de 10^{-9} à la surface de la terre. Et donc, si l'observateur est localement dans un Potentiel de cet ordre, soit on peut négliger V (ce qui est toujours fait en physique des particules classiques), soit dans le cas où $v_{ei}^2/c^2<<1$ on peut faire l'approximation :

$$E_i \cong \frac{m_i c^2}{\sqrt{1-v_{ei}^2/c^2}}(1-V/c^2) \qquad (21X)$$

Dans le 2ième cas, l'approximation est de l'ordre de $[1-(1-v_{ei}^2/c^2)^{1/2}]V/c^2$, c'est-à-dire de l'ordre de $(V/c^2)(v_{ei}^2/c^2)$ lorsqu'on a $v_{ei}/c<<1$.
Cependant, dans les 2 approximations, la conservation de l'énergie (16X) devient :

$$\frac{m_1 c^2}{\sqrt{1-v_{e1}^2/c^2}} + \frac{m_2 c^2}{\sqrt{1-v_{e2}^2/c^2}} = \frac{m_3 c^2}{\sqrt{1-v_{e3}^2/c^2}} + h\nu_{e4} \quad (22X)$$

On voit donc qu'avec les approximations précédentes les équations obtenues (22X) et (15X),(17X) sont identiques exprimées en coordonnées éthérées aux équations de la conservation de l'énergie et de l'impulsion en Relativité dans un Référentiel de Lorentz.

Concernant les équations de Maxwell, d'après le Postulat 6 on sait qu'elles sont vraies appliquées localement dans E_d. Cependant, la densité de charge ρ_e et la densité de courant $\mathbf{j}_e=\rho_e\mathbf{v}_e$ utilisées dans ces équations doivent être mesurées dans E_d.
De plus on a vu que si un élément chargé avait au repos dans E_A (donc en absence de gravitation) une densité absolue ρ_0, alors dans E_d et fixe par rapport à E_d, sa densité mesurée dans E_d ρ_e demeurait inchangée, et on avait $\rho_e=\rho_0$.
D'après le Postulat 5A sur la contraction des longueurs et des temps dues au mouvement en présence de gravitation, si l'élément chargé a une vitesse éthérée V_e, sa densité ρ_e mesurée dans E_d devient :

$$\rho_e = \frac{\rho_0}{\sqrt{1-V_e^2/c^2}} \qquad (23X)$$

Et donc on a l'expression très simple de $\mathbf{j}_e$:

$$\mathbf{j}_e = \rho_e \mathbf{v}_e = \frac{\rho_0}{\sqrt{1-V_e^2/c^2}}\mathbf{v}_e \qquad (26X)$$

Et donc les équations de Maxwell sont vraies localement lorsqu'elles sont exprimées en coordonnées éthérées et en fonction de la densité ρ_0 des éléments chargé définie précédemment et de leur vitesse éthérée.

Supposons maintenant, toujours dans le cas d'une masse immobile dans E_d, qu'un observateur est animé localement d'une vitesse éthérée $\mathbf{v}_e$ par rapport à E_d, en un point P où il y a une base propre de dilatation.
On suppose donc qu'on a localement en P un Référentiel R_e Euclidien fixe dans E_d, les temps et les longueurs de R_e étant mesurés par des horloges et des règles standards immobiles dans E_d, la simultanéité dans R_e étant équivalente à la simultanéité dans E_A, et qu'on a un localement au voisinage de P un Référentiel R_{e1}' animé d'une vitesse éthérée $\mathbf{v}_e$ par rapport à R_e dans la direction de l'axe O_eX_e de R_e, $\mathbf{v}_e$ correspondant à une vitesse absolue $\mathbf{v}_A$, dont les temps et les longueurs sont mesurés par des horloges et des règles standards dans E_d mais immobiles par rapport à R_{e1}'. On suppose de plus que l'axe O_eX_e de R_e coïncide avec l'axe $O_{e1}'X_{e1}'$ de R_{e1}', et que leurs autres axes demeurent parallèles, et que la simultanéité dans R_{e1}' est équivalente à la simultanéité dans R_e.(et donc à la simultanéité dans E_A).

D'après le Postulat 5A de la contraction des longueurs et des temps dues au mouvement dans la T.E.G, on voit que le cas précédent est totalement analogue au cas en l'absence de gravitation qu'on a exposé dans le 1ier article Théorie de l'Ether [6] des 2 Référentiels R_A et R'_A, R_A' étant un Référentiel Galiléen et R_A étant un Référentiel absolu.

On a donc les transformations entre R_e et R_{e1}' :

$$X_{e1}' = \frac{X_e - v_e T_e}{\sqrt{1 - v_e^2 / c^2}}, Y_{e1}' = Y_e, Z_{e1}' = Z_e$$

$$T_{e1}' = T_e \sqrt{1 - v_e^2 / c^2} \qquad (28X)$$

On est donc exactement dans le même cas localement que dans le cas sans gravitation, et donc on obtient dans R_{e1}', les trajectoires, les intervalles de temps (permettant de mesurer la période et la fréquence des photons dans R_{e1}'), les champs magnétiques et électrostatiques, de la même façon qu'on les obtient dans le cas sans gravitation, introduisant un Référentiel de Lorentz R_{e1}'' associé à R_{e1}', défini de la même façon qu'on a défini un Référentiel de Lorentz associé à un Référentiel Galiléen dans le cas sans gravitation.

5.INTERPRETATION DE LA PHYSIQUE QUANTIQUE PAR LA T.E.G.

Dans cette section, nous étudions l'émission de photons par une source au repos dans un Référentiel éthéré local $R_e(P)$, dans le cas d'une masse générant le Potentiel au repos dans E_d. On peut traiter le cas général en utilisant les sections précédentes et notamment le Postulat 7.

On a admis dans le Postulat 6 de la T.E.G que l'énergie d'un photon était :

$$E = h\nu_e(1 - V/c^2) \qquad (30X)$$

ν_e étant sa fréquence éthérée (c'est-à-dire mesurée par une horloge standard fixe dans E_d), et V étant le Potentiel gravitationnel où on mesure la fréquence éthérée.

Ceci nous a permis d'interpréter de façon nouvelle les expériences liées à la R.G concernant le décalage vers le rouge par effet gravitationnel.

On peut à partir de l'expression précédente (30X) de l'énergie d'un photon justifier théoriquement un point qu'on a admis dans le Postulat 6, qui était que si une source fixe dans E_A émettait par un certain processus un photon de fréquence absolue ν_0, alors si cette source était placée dans E_d en un point fixe de E_d, elle émettait par un processus identique un photon de fréquence éthérée, c'est-à-dire mesurée dans E_d $\nu_e = \nu_0$.

En effet, on peut exprimer l'énergie totale d'une particule (atome, baryon, méson, lepton..) au repos dans E_A et sans gravitation avec l'équation :

$$E(0) = Mc^2 = \Sigma m_i c^2 + E_W + E_E + E_S \qquad (31X)$$

Les m_i étant la masse des constituants élémentaires du système, E_w,E_S, et E_E étant les énergies dues à l'interaction électromagnétique, faible ou forte entre les constituants élémentaires du système, pas forcément indépendantes.

On sait que dans un Potentiel V, L'énergie devient $E(V) = Mc^2(1 - V/c^2)$, et donc :

$$E(V) = Mc^2(1 - V/c^2) = \Sigma m_i c^2(1 - V/c^2) + E_W(1 - V/c^2) + E_E(1 - V/c^2) + E_S(1 - V/c^2). \quad (32X)$$

Et donc tout se passe comme si chaque forme d'énergie était multipliée par le facteur $(1 - V/c^2)$.

De plus dans le cas d'un potentiel V où une particule de masse M_1 devient une particule de masse M_2 en émettant un photon, si on néglige l'énergie de recul où si on fait en sorte de l'annuler, alors l'énergie E du photon émis est, à cause de la conservation de l'énergie :

$$E=\Delta M(1-V/c^2)=(M_1-M_2)(1-V/c^2) \qquad (33X)$$

Et donc d'après l'équation (30X) :

$$h\nu_e=\Delta M \qquad (34X)$$

Et donc on retrouve que ν_e est une constante indépendante du Potentiel V.
Il est possible dans le cas précédent que les particules 1 et 2 soient constituées des mêmes particules élémentaires, par exemple si la particule 1 est un atome excité.

On verra dans l'article Théorie quantique des variables absolues ($2^{ième}$ théorie du livre Théories d'or, qu'on distingue les particules indépendantes (electron libre, proton libre..) des particules liées, c'est-à-dire qui sont liées à d'autres particules pour en constituer d'autres (électron dans un atome, proton dans un noyau, atome dans une molécule..).

Si on obtient par une équation d'onde (du type Schrodinger) exprimée dans l'ether, l'énergie E_i d'une particule liée p_i, ou la masse M d'une particule indépendante p, alors si la masse générant le potentiel est au repos dans l'ether, l'énergie totale de p_i et de p seront en accord avec ce qui précède $E_i(1-V/c^2)$ et $Mc^2(1-V/c^2)$.
Dans le cas général d'une particule de masse M en mouvement , on utilise la conservation de l'énergie E et de l'impulsion **P** localement dans E_d, avec :

$$E=\frac{Mc^2}{\sqrt{1-v_e^2/c^2}}-MV \qquad (37X)$$

$$\mathbf{P}=M\mathbf{v}_e \qquad (38X)$$

On utilise alors les résultats de la section précédente.

Toutes les équations classiques de la physique quantique (Schrodinger, Dirac et celles de la physique des particules) sont valides dans la Théorie de l'Ether exprimées en coordonnées éthérées.
On voit donc dans cette section que la T.E.G permet une interprétation très intéressante qui n'existait pas dans la R.G. (En réalité, on considère même que la R.G et la physique quantique sont contradictoires).

6.CONCLUSION

Et donc dans cet article, on a ajouté certains éléments théoriques complétant l'article précédent Théorie de l'Ether avec Gravitation [(12)]. On a vu comment une contraction exprimée par $C(v_A)$, v_A étant la vitesse absolue de la particule, permettait de généraliser très simplement le cas où une masse créant le Potentiel était au repos dans un Référentiel Galiléen. On a exposé un $8^{ième}$ Postulat permettant de traiter ce cas. On a vu alors comment obtenir les trajectoires de particules et les longueurs d'onde des photons mesurées dans le cas d'un observateur en mouvement par rapport à la masse créant le Potentiel. On a aussi exposé l'interprétation très intéressante et très naturelle des équations de la physique quantique par la T.E.G, interprétation qui conduisait aussi à modifier leur expression classique. Enfin on a justifié plus précisément que d'après la T.E.G, de la matière pouvait être éjectée d'un trou noir, ce qui est impossible dans la R.G.

References:

1. T. Delort, Theory of Ether, Physics Essays, 13,4 (2000)

2. T. Delort, Applications of Theory of ether, Physics Essays 17,3, (2004)
3. T. Delort, Theory of Ether with Gravitation, Physics Essays, 18,1 (2005)
4. T. Delort, Complements of Theory of Ether, Physics Essays,18,2 (2005)
5. Max Born, Einstein's Theory of Relativity, (Dover publication, New-York 1985)
6. J.Foster, J.P Nightingale, A short course in General Relativity,(Springer-Verlag, New-York 1994)
7. A.French, Einstein, le livre du centenaire,Hier et Demain, (Paris, 1979)
8. J.Ph Perez N.Saintcriq Chery, Relativité et Quantification, (Masson, Paris 1984).
9. Thierry Delort, Théorie de l'Ether (2018), extrait du livre Théories d'or 10^{e} édition, Books on Demand, Paris (2018).
10. Thierry Delort, Applications de la Théorie de l'Ether, (2018), extrait du livre Théories d'or 10^{e} édition, Books on Demand, Paris (2018)).
11. Thierry Delort, Compléments de la Théorie de l'Ether (2018), extrait du livre Théories d'or 10^{e} édition, Books on Demand, Paris (2018)).
12. Thierry Delort, Théorie de l'Ether avec Gravitation (2018), extrait du livre Théories d'or 10^{e} édition, Books on Demand, Paris (2018)).
13. T.Delort, Follow up on the Theory of Ether, Physics Essays 20,3 (2007)

2ième THEORIE :

THEORIE QUANTIQUE DES VARIABLES ABSOLUES.

Auteur :Thierry DELORT.
Date : Aout 2022.

TABLES DES MATIERES.

1.INTRODUCTION. P133

2.THEORIE. P134

3.INTERPRETATION DES EXPERIENCES DE PHYSIQUE QUANTIQUE CLASSIQUE PAR LA T.Q.V.A. P135

3a.Exemples de chocs quantiques spatiaux. P136
3b Exemples de chocs quantiques temporels. P136
3cExemples de variables quantiques absolues. P137
3dDiffusion de particules. P138
3e Interprétation de l'expérience de Sterne et Gerlach. P138
3f Exemple de contradiction entre la T.Q.C et la T.Q.V.A. P139
3g Interprétation de l'intrication quantique par la T.Q.V.A. P139

4.INTERPRETATION MATHEMATIQUE DE LA T.Q.V.A. P140

5.DISCUSSION. P141

5a Expérience du chat de Schrodinger. P141
5b Contradiction avec la mécanique relativiste classique. P141
5c Expériences de diffusion de particules. P142
5d Contradiction concernant les variables absolues et indéterminées. P142
5e Phénomènes quantiques se produisant dans les étoiles. P142
5f Contradiction des expériences sur l'intrication quantique. P143

6.CONCLUSION. P143

Article : THEORIE QUANTIQUE DES VARIABLES ABSOLUES
Auteur :Thierry DELORT
Date :Aout 2020
Extrait du livre : Théories d'or 10e édition, Editions Books on Demand, Paris (2020)

Résumé :

Dans cet article, nous présentons une Théorie quantique dans laquelle à la fois certaines variables physiques sont indéterminées comme dans la Théorie Quantique Classique (T.Q.C), et certaines autres variables sont absolues, indépendantes de leur observation.
Cette Théorie Quantique des Variables Absolues (T.Q.V.A) permet à la fois d'éviter l'aspect paradoxal de la T.Q.C, mais aussi une compréhension beaucoup plus aisée des phénomènes quantiques notamment en Physique des particules. La T.Q.V.A est basée sur un nouveau concept fondamental, celui de *choc quantique*. Dans cet article, on montrera que cette nouvelle théorie permet d'interpréter l'ensemble de la physique quantique.

Nous verrons que les variables absolues apparaissent de façon naturelle et simple, et que la T.Q.V.A, tout en ayant le même cadre mathématique que la T.Q.C, est fondamentalement différente. Nous donnerons dans la partie 5. Discussion 6 types d'expériences, justifiant le rejet de la T.Q.C en faveur de la T.Q.V.A. En particulier nous donnerons une interprétation par la T.Q.V.A des expériences paradoxales sur l'intrication quantique.

Mots-clés :Chat de Schrödinger- trous d'Young- résonance magnétique -Inégalités d'Heisenberg-variables absolues-intrication quantique.

1.INTRODUCTION

La Théorie Quantique Classique (T.Q.C) présente certains défauts la rendant insatisfaisante.

On sait par exemple que Shrodinger a proposé l'expérience virtuelle connue sous le nom du « Paradoxe du chat de Schrodinger » dans laquelle l'état d'un chat -mort ou vivant- était indéterminé avant qu'on réalise une observation. Cet éminent physicien et plusieurs autres aussi renommés n'ont jamais admis l'explication de ce paradoxe par Heisenberg basée sur la T.Q.C.

Par ailleurs, l'un des physiciens les plus renommés en physique quantique, Feynmann, disait « Personne ne comprend rien à la physique quantique ». Le fait que certains physiciens parmi les plus grands considèrent la T.Q.C comme paradoxale, et que d'autres la déclarent incompréhensible alors qu'ils en sont les plus grands spécialistes montrent bien que la T.Q.C pose problème et n'est pas satisfaisante. Dans la section 5.Discussion, nous rassemblerons les principales expériences conduisant à rejeter la T.Q.C en faveur de la T.Q.V.A.

La théorie proposée dans cet article, appelée « Théorie Quantique des Variables Absolues » (T.Q.V.A), apparaît comme un intermédiaire entre la T.Q.C, puisqu'elle admet l'existence de variables indéterminées, et la Théorie physique traditionnelle, c'est-à-dire antérieure à la T.Q.C, puisqu'elle admet aussi l'existence de variables absolues ou variables cachées indépendantes de l'observation.
Le premier avantage de cette théorie est qu'elle permet de façon indiscutable d'éviter le Paradoxe du chat de Schrodinger, et aussi de rendre les phénomènes quantiques beaucoup plus compréhensibles que d'après la T.Q.C. Elle conduit aussi à d'importantes simplifications mathématiques par rapport à la T.Q.C, évitant par exemple d'utiliser le concept de paquets d'onde.

La nouvelle théorie (T.Q.V.A) est mathématiquement aussi complète et rigoureuse que la T.Q.C. Cependant, les 2 théories utilisent le même cadre mathématique tout en l'interprétant de façon différente et contradictoire. Ainsi, dans la T.Q.V.A, on admet qu'on peut associer à tout système une équation d'onde du type Schrodinger ou Dirac, qui est exactement la même que dans la T.Q.C. Il sera donc possible d'utiliser les résultats mathématiques de la T.Q.C, en particulier le résolution de

l'équation de Schrodinger ou de Dirac dans de nombreux cas, ainsi que l'obtention des sections efficaces et des durées de vie moyenne en physique des particules. Cependant, nous donnerons une nouvelle interprétation par la T.Q.V.A de ces solutions, durées de vie moyennes ainsi que des section efficaces différente, faisant intervenir des variables absolues et indéterminées. Dans la dernière partie nous exposerons 6 types d'expériences inexpliquées ou en désaccord avec la T.Q.C, mais expliquées et en accord avec la T.Q.V.A. On verra que ceci est notamment le cas pour les expériences paradoxales récentes sur l'intrication quantique. On montrera dans cet article que la T.Q.V.A permet d'interpréter l'ensemble de la physique quantique.

2.THEORIE

Supposons par exemple qu'on isole dans une goutte d'eau une molécule d'eau. On sait alors qu'en l'observant, on trouvera qu'elle est constituée de 2 atomes d'Hydrogène et d'un atome d'Oxygène. Mais de plus on sait par avance, avant même de l'observer que chaque atome d'hydrogène observé aura un seul électron. On connaît par avance certaines propriétés quantiques de cet électron, notamment son énergie et son moment angulaire (l=0). On connaît par avance sa masse, et aussi celle du proton, ainsi que l'état quantique du proton (J,B,S,P…).
Il apparaît donc que certaines variables physiques définissant l'état de la molécule d'eau et de ses constituants sont définies avant et indépendamment de toute observation.

La T.Q.V.A que nous allons présenter distingue clairement ces variables absolues des variables indéterminées, ce que ne faisait pas la T.Q.C.

Le premier Principe de la T.Q.V.A est le suivant :

PRINCIPE 1 :
a)Si on considère un système quelconque, il est caractérisé par 2 types de variables : Les *variables absolues* -complètement déterminées et indépendantes de l'observation- et les autres variables, appelées *variables indéterminées*.
b)L'énergie d'un système et la position et la nature physique d'une particule sont des variables absolues.

On verra que le b) du Principe précédent concernant la position d'une particule est particulièrement illustré dans le cas d'une *particule indépendante* (électron libre, particule libre…., et des atomes et molécules. Dans le cas des *particules liées*, par exemple un électron dans un atome, on verra que ces particules se comportent comme si elles étaient délocalisées avec une position indéterminée. On aurait donc pu admettre que dans certains cas bien définis la position d'une particule est indéterminée. De même, dans des cas très rares certaines particules (par exemple les Kaons) peuvent se comporter comme 2 particules différentes. Mais en accord avec le Principe 1, on considèrera que la nature de ces particules est de pouvoir se comporter comme 2 différentes particules. On aurai pu aussi pu admettre que dans certains cas bien définis la nature d'une particule est indéterminée. Les 2 points de vue sont possibles mais on adoptera le premier point de vue d'après le Principe 1 car c'est le plus général.

D'après le Principe 1a) de la T.Q.V.A, un système est défini partiellement par certaines variables absolues de même que par la nature de certaines variables indéterminées. Nous verrons qu'il est possible d'obtenir d'après la T.Q.V.A la nature de ces variables indéterminées de même que les valeurs possibles des variables absolues en utilisant la fonction d'onde associée au système ainsi que les équations de la mécanique classique. Nous utiliserons aussi le concept d'Opérateur associé à une variable physique qui a le même sens que dans la C.Q.T. Dans la T.Q.V.A, ces variables absolues ou indéterminées dépendent des conditions physiques du système et donc des conditions expérimentales et donc de l'observation puisque celle-ci définit des conditions expérimentales. Cependant elles ne dépendent pas de l'observation par elle-même comme c'est le cas dans la T.Q.C puisqu'elles sont définies même en l'absence d'observation. Donc la notion d'observable est inutile dans la T.Q.V.A qui étudie les variables physiques absolues et indéterminées d'un système.

On remarque aussi que d'après le Principe 1b) de la T.Q.V.A, les variables position, énergie et celles définissant la nature physique d'une particule sont des variables absolues, alors qu'elles sont des observables indéterminées avant leur observation dans le T.Q.C. (Par exemple dans l'expérience du

chat de Schrodinger l'état d'une particule –désintégrée ou non-désintégrée- est indéterminé avant l'observation). La T.Q.C et donc la T.Q.V.A sont donc fondamentalement différentes quant à la nature des variables physiques indéterminées.

Nous verrons que ce Principe 1 permet une compréhension beaucoup plus aisée des phénomènes quantiques, ce qui est un objectif essentiel de la T.Q.V.A.

On sait que la physique classique antérieure à la T.Q.C dans laquelle toutes les variables physiques étaient absolues ne permettait pas d'interpréter le hasard observé dans les phénomènes quantiques. De plus, on sait que ce hasard concernait dans certains cas la position et l'énergie des systèmes. Il est donc nécessaire d'introduire un second Principe dans la T.Q.V.A, permettant d'interpréter le hasard observé dans les phénomènes quantiques :

PRINCIPE 2 :
Certains phénomènes très brefs, de transition existent. Ils introduisent le hasard dans les variables physiques. On appellera *chocs quantiques* de tels phénomènes.

D'après ce Principe, une diffusion de particules (scattering) , une désintégration, , un choc (avec la signification habituelle d'un choc) d'une particule contre un écran d'interférences ou de diffraction ou contre une barrière de potentiel pourront être considérés comme des *chocs quantiques.* Il en est de même si une variable indéterminée devient une variable absolue, à cause d'une modification de l'environnement d'une particule. Nous verrons que ce sont les fonctions d'onde associées aux systèmes qui permettent d'obtenir les propriétés statistiques des chocs quantiques.

Nous verrons aussi que ce Principe permet d'interpréter les inégalités d'Heisenberg spatiales et temporelles dans les cas ou on les observe. Celles-ci n'ont cependant pas du tout la même interprétation dans la T.Q.V.A que dans la T.Q.C.

Le cadre mathématique de la T.Q.V.A est exprimé dans le 3^{ième} Principe :

PRINCIPE 3 :
a)On associe à tout système physique une ou plusieurs fonctions d'onde Φ(t), qui peut définir certaines propriétés statistiques d'un choc auquel est soumis le système et certaines variables absolues caractérisant le système.
b)On obtient Φ(t) par l'équation de Schrodinger :

$$ih_1\frac{\partial}{\partial t}(\Phi(t))=H(t)\Phi(t) \text{ (avec } h_1=h/2\pi)$$

ou une équation analogue (Dirac, Klein Gordon..)
c)En particulier si pour toutes les fonctions Φ(t) associées au système (pour une même équation), Φ(t) est vecteur propre d'un opérateur O_1 associé à une variable physique V_1 pour la même valeur propre λ_1, alors la variable V_1 est une variable absolue caractérisant le système, et est égale à λ_1.

On rappelle que dans la T.Q.C l'état d'un système est complètement défini par le fonction d'onde Φ(t). Cela n'est pas vrai dans la T.Q.VA car dans cette théorie Φ(t) ne permet que d'obtenir certaines propriétés statistiques d'un choc et certaines variables absolues. En particulier dans la T.Q.V.A Φ(t) ne permet pas d'obtenir la position d'un système.

3.INTERPRETATION DES EXPERIENCES CLASSIQUES DE PHYSIQUE QUANTIQUE PAR LA T.Q.V.A.

Dans cette partie, nous allons donc donner l'interprétation des expériences classiques de physique quantique par la T.Q.V.A. Cette interprétation est en générale nouvelle sous divers aspects. Cependant, nous verrons que pour les interpréter, on utilise comme dans la T.Q.C les fonctions d'onde associées aux systèmes considérés et donc les équations de la T.Q.C (Schrodinger, Dirac…). On utilise aussi le concept classique d'Opérateur associé à une variable physique. D'après le Principe 3 de la T.Q.V.A, les concepts d'Opérateur et de fonctions d'onde permettent à la fois de déterminer les

variables absolues, mais aussi les propriétés statistiques des chocs quantiques. Ces concepts sont donc aussi fondamentaux en T.Q.V.A qu'en T.Q.C, même si on les interprète différemment.
On a admis dans le Principe 1 que la position d'une particule était une variable absolue. On admettra aussi dans le T.Q.V.A qu'il en est de même de sa vitesse, puisqu'on peut exprimer celle-ci très simplement en fonction de la position.

Si on considère un atome isolé, on sait qu'il y a des règles de répartition des électrons autour du noyau. Plusieurs d'entre elles déterminent des variables absolues, ainsi le nombre d'électrons d'un atome apparaît donc comme un exemple évident de variable absolue. De plus, on sait que les électrons occupent les niveaux d'énergie les plus bas, et que dans un même niveau d'énergie, il existe des règles de répartition dans les différentes sous-couches. Le nombre d'électrons par couche ou sous-couche apparaît donc aussi comme un exemple de variable absolue.

On peut donc considérer que les règles de répartitions conduisent à des variables absolues concernant ces électrons, notamment la norme de leur moment angulaire (L). Ceci justifie certains exemples de variables absolues concernant la molécule d'eau qu'on a donnés en introduction pour illustrer l'existence des variables absolues.

3a) **Exemples de chocs quantiques spatiaux.**

Si par exemple, on considère une particule dirigée vers une barrière de potentiel, on peut considérer d'après le Principe 1b) que la position et la vitesse de la particule sont parfaitement déterminées jusqu'à ce que la particule atteigne la barrière de potentiel. Alors d'après la T.Q.V.A, il se produit un choc quantique, et la particule traverse ou rebondit sur la barrière avec des probabilités obtenues comme dans la T.Q.C, utilisant la fonction d'onde associée à la particule. Ceci est en accord avec le Principe 3. Avant et après le choc quantique, position et vitesse de la particule sont parfaitement déterminées :ce sont des variables absolues.

Il se produit un phénomène analogue dans un microscope électronique ou dans la diffraction d'électron par des cristaux : Lorsque l'électron atteint la particule à observer au microscope ou les atomes du cristal, il se produit un choc quantique dont les propriétés statistiques sont obtenues en utilisant la même fonction d'onde que dans la T.Q.C. Mais sa position et sa vitesse avant et après le choc quantique sont parfaitement déterminées.

Si on considère l'expérience des fentes d'Young ou celles de diffraction d'électrons traversant un écran, on interprète cette expérience dans la T.Q.V.A par la présence d'un choc quantique lorsque l'électron atteint l'écran. Appelons « écran choc » l'écran où se trouvent les fentes d'Young ou le trou dans lequel les électrons sont diffractés et « écran image » l'écran où on observe les figures d'interférences et de diffraction. D'après la T.Q.V.A on peut considérer qu'avant et après le choc quantique, position et vitesse des électrons sont des variables absolues déterminées. Mais les propriétés statistiques du choc quantique dépendent de la nature de l'écran choc, (et en particulier si un trou est bouché ou si on a installé un dispositif physique permettant d'observer l'électron), et il est aussi très possible qu'elles dépendent de l'écran image (notamment de sa distance avec l'écran choc et aussi des dispositifs expérimentaux éventuels se trouvant entre les 2 écrans.)

Cependant, on sait que dans ces expériences, si l'écran image est disposé assez loin de l'écran choc, l'intensité obtenue en un point P de l'écran image dépend d'un angle θ, et qu'on calcule cette intensité utilisant la fonction d'onde associée aux électrons. Or θ est toujours le même, quelle que soit la distance entre les 2 écrans, pourvu que celle-ci soit assez grande. On peut donc interpréter la figure observée, d'interférence ou de diffraction,si on considère que lors du choc quantique, la probabilité que l'électron soit émis dans la direction θ après le choc quantique est proportionnelle à l'intensité prévue au point P sur l'écran, c'est-à-dire obtenue en utilisant la fonction d'onde associée aux électrons, en accord avec le Principe 3.

Il serait donc intéressant de faire varier la distance entre les 2 écrans, afin de voir si les propriétés du choc quantique dépendent de cette distance.

3b)**Exemples de chocs quantiques temporels.**

Considérons maintenant les expériences concernant la résonance magnétique. On sait par exemple que si on considère des atomes d'hydrogène dans leur état fondamental (l=0) dans un champ magnétique $\mathbf{B}(B_1\cos(\omega t)\ ,\ B_1\sin(\omega t),\ B_0)$, avec $B_1<<B_0$, on obtient une oscillation du spin des atomes d'hydrogène si $\omega=\omega_L$, où ω_L est la pulsation de Larmor.

On peut alors considérer dans la T.Q.V.A que la composante du spin de l'électron dans la direction de **B** est une variable absolue, de même que l'énergie de l'électron (Ceci sera justifié en détail dans la section 3c)). D'après la T.Q.V.A, le retournement de spin constitue un choc quantique, dont les propriétés statistiques sont obtenues d'après le Principe 3 en utilisant la fonction d'onde associée aux électrons obtenue comme dans la T.Q.C en résolvant l'équation de Schrodinger. Mais le retournement de spin est indépendant de l'observation dans la T.Q.V.A, contrairement à la T.Q.C.

Si on considère une désintégration A→B→C, alors on peut considérer dans la T.Q.V.A que ces désintégrations sont des chocs quantiques, dont les fonctions d'onde associées à A,B,C donnent certaines propriétés statistiques. Ainsi, supposons que la fonction d'onde Φ soit associée à B. D'après l'interprétation de la désintégration par la T.Q.V.A le temps où la particule B se désintègre (si celle-ci est instable) est une variable absolue et si B existe au temps t=0,alors $\Phi\Phi^*=\exp(-t/\tau)$ représente la probabilité que B existe encore à t. De plus, à partir de Φ et de l'Opérateur Energie, on peut obtenir comme dans la T.Q.C une probabilité p(E)dE , mais dans la T.Q.V.A, cette probabilité est celle que B soit produite avec l'énergie au repos comprise entre E et E+dE, cette énergie étant une variable absolue. On peut justifier que l'instant de désintégration soit une variable absolue par le fait que la nature de B et celle des produits de désintégration de B sont des variables absolues. Nous verrons plus loin que ce qui précède justifie que les inégalités temporelles d'Heisenberg décrivent les propriétés statistiques du choc quantique temporel précédent. On voit donc qu'on évite indiscutablement la Paradoxe du chat de Schrodinger dans la T.Q.V.A, puisque la désintégration de A et de B apparaissent comme étant totalement indépendantes de l'observation.

3c)**Exemples de variables quantiques absolues.**

Si on obtient d'après la solution d'une équation d'onde l'énergie d'une particule et que celle-ci est fonction de certains nombres quantiques correspondant à des Opérateurs commutant entre eux, alors on interprète le fait que l'énergie soit une variable absolue par le fait que les variables physiques correspondant aux Opérateurs précédents ont la valeur de ces nombres quantiques correspondants à l'énergie considérée. Ainsi par exemple, on sait que dans la structure fine de l'hydrogène, les niveaux d'énergie dépendent des nombres quantiques J et de L(lamb shift). D'après la T.Q.V.A, ceci entraîne que les variables physiques correspondants à J et à L sont des variables absolues. Il en est de même pour les nombres quantiques intervenant dans l'effet Zeeman ou dans l'effet Pashen-Back.

Dans de nombreux cas on a un système complet d'Opérateurs commutant entre eux et avec le Hamiltonien, et l'énergie dépend des nombres quantiques correspondant à ces Opérateurs. On a vu précédemment que dans ce cas les variables physiques correspondant à ces nombres quantiques étaient des variables absolues. On peut aussi considérer que ceci est la conséquence du Principe 3c), car alors les fonctions d'onde associées au système sont toutes vecteurs propres des Opérateurs commutant entre eux, pour la même valeur propre égale au nombre quantique caractérisant la particule

Lorsqu'on n'a pas un système complet d'Opérateurs commutant avec le Hamiltonien mais qu'on peut écrire le Hamiltonien comme Hamiltonien $H=H_1+\varepsilon_1$, où ε_1 est une perturbation de H_1, on résout comme dans la T.Q.C l'équation d'onde en utilisant les solutions de l'équation $H_1=E_1\Phi_1$. Alors par analogie avec ce qui précède on peut considérer que si chaque fonction d'onde associée à la particule est une perturbation d'une fonction d'onde qui est un vecteur propre d'un Opérateur O, toujours associé à la même valeur propre, alors la variable physique correspondant à cet Opérateur est une variable absolue égale à la valeur propre commune. On dira dans les cas précédents que la variable physique est *portée par l'onde* car on l'obtient comme une valeur propre des fonctions d'onde associées à la particule. Ce n'est pas le cas de la variable-position. Ce qui précède entraîne que la norme du spin des fermions est une variable absolue car toute fonction d'onde associée à un fermion est un vecteur propre de l'Opérateur s , et toujours associé à la même valeur propre.

On a vu précédemment que si l'énergie d'une particule dépendait explicitement de nombres quantiques Q1,…,Qn, associés aux Opérateurs O1,…,On, (On écrira alors E=E(Q1,…,Qn)), alors Q1,..,Qn étaient la valeur des variables absolues correspondants à O1,..,On.. En général, on aura toujours si (Q1,…,Qn)≠(Q'1,…,Q'n), alors E(Q1,…,Qn)≠E(Q'1,…,Q'n).
Cependant, en cas d'égalité E(Q1,..,Qn)=E(Q'1,…,Q'n), on peut s'attendre à ce que les variables physiques associées aux Opérateurs O1,..,On ne soient plus toutes des variables absolues. En effet, les fonctions d'onde associées à la particule peuvent être de la forme $\alpha\varphi_{Q1,..,Qn}+\beta\varphi_{Q'1,...,Q'n}$, et ne sont donc plus toutes vecteur propre de O1,…,On associées aux valeurs propres Q1,..,Qn. Il en est de même si les fonctions d'onde associées à la particule considérée sont toutes des perturbations de fonction de la forme $\alpha\varphi_{O1,...,Qn}+\beta\varphi_{O'1,...,Q'n}$.

On est dans la même situation en considérant les hadrons. On peut considérer en général que les masses de ceux-ci (où leurs masses complexes m_0-iΓ/2 lorsqu'elles sont instables) sont les valeurs propres d'Hamiltoniens d'équation de Schodinger ou de Dirac caractérisant les particules, et dépendent de nombres quantiques associés à des Opérateurs commutant entre eux et avec le Hamiltonien (P,J ,L ,B,S….). De la même façon que précédemment, et comme conséquence du Principe 3c), on peut considérer que les variables physiques associées à ces nombres quantiques et la masse complexe sont des variables absolues.

On interprète le fait que ces variables physiques et la masse complexe sont des variables absolues par le fait qu'elles caractérisent la nature de particules, et on a vu que cette nature pouvait être considérée comme une variable absolue.

Considérons une particule dont la nature est définie par les nombres quantiques O1,…,Qn associés aux Opérateurs O1,..,On (Par exemple L,S,J,B,P,I,I_3..). Alors d'après la T.Q.V.A, il doit exister une solution d'une équation (E) :HΦ=mΦ qui est associée à la particule et est valeur propre de O1,…,On associée aux valeurs propres Q1,…,Qn. Ceci permet donc d'obtenir la masse complexe de la particule, s'il n'y a qu'une seule solution de (E) ayant la propriété précédente. On justifie l'existence d'une telle solution par le fait que dans un espace contenant la fonction d'onde considérée (correspondant à l'intersection des espaces propres associés à O1,…,On pour les valeurs Q1,..,Qn), O1,..,On commutent entre eux et avec le Hamiltonien H de (E). Ceci entraîne que les variables physiques correspondant à Q1,..,Qn sont portées par l'onde car on les obtient comme valeurs propres associées aux fonctions d'onde associées à la particule.

On remarque que le fait qu'une particule soit un fermion ou un boson peut aussi être considéré comme une variable absolue, puisque cela caractérise la nature d'une particule.

3d)**Diffusion de particules.**

Si on considère une diffusion de particules , d'après la T.Q.V.A la nature des particules initiales et finales, de même que leur vitesse et leur position, sont des variables absolues indépendantes de l'observation. La diffusion apparaît donc comme un choc quantique, dont les propriétés statistiques sont obtenues à partir de la vitesse et des fonctions d'onde classiques associées aux particules initiales et finales, en utilisant les mêmes formules mathématiques que dans la T.Q.C. On obtient donc dans la T.Q.V.A, que tout comme la désintégration, la diffusion est un phénomène indépendant de l'observation. Ceci permet une compréhension de la physique des particules, dont Feynmann était spécialiste, beaucoup plus aisée que dans la T.Q.C, dans laquelle les propriétés des particules dépendent de l'observation.

3e)**Interprétation de l'Expérience de Stern et Gerlach par la T.Q.V.A**

Considérons maintenant l'expérience de Stern et Gerlach. L'énergie magnétique des atomes d'argent au repos dans le champ magnétique **B** orienté dans la direction Oz est de la forme :

$$E_{E.M}=2(e/2m)s_ZB_Z \qquad (1)$$

D'après ce qui précède, puisque celle-ci dépend du nombre quantique s_Z, s_Z est donc une variable absolue. Il est donc naturel, puisque la position des atomes d'argent est aussi une variable absolue d'exprimer l'énergie des atomes d'argent animés d'une vitesse v par :

$$E=mv^2/2 +2(e/2m)s_ZB_Z(x,y,z) \qquad (2)$$

Cette expression très simple, de laquelle on obtient la trajectoire des atomes, est beaucoup plus difficilement justifiable dans la T.Q.C puisque dans cette théorie, la position des atomes d'argent est indéterminée tout comme leur vitesse.
Si on fait traverser les atomes d'argent plusieurs appareils de Stern et Gerlach pour lesquels **B** est orienté différemment, alors d'après ce qui précède, le spin des électrons orienté dans la direction de **B** est toujours une variable absolue. On peut interpréter ces expériences par le fait que que s_X et s_Y sont des variables indéterminées lorsque l'atome traverse un appareil pour lequel **B** est orienté sur Oz. On pourra alors considérer dans la T.Q.V.A qu'il se produit un choc quantique lorsque un atome d'argent entre dans un appareil de Stern et Gerlach. D'après le Principe 3a), on obtient les propriétés statistiques de ce choc quantique lorsqu'un atome entre dans un appareil D_n de Stern et Gerlach en utilisant la fonction d'onde associée à l'atome traversant l'appareil précédent D_{n-1} , et l'orientation de **B** dans D_n. On remarque que si **B** est orienté sur Oz, ce sont les règles de répartition des états quantiques qui entraînent de la même façon qu'en T.Q.C que la compsosante totale du spin S_Z des électrons de l'atome d'argent est égal au s_Z de l'électron externe, que le moment orbital total L^2 des électrons de l'atome d'argent est nul (d'où l'Equation (1).

3f)**Exemple de contradiction entre la T.Q.V.A et la T.Q.C concernant la nature –déterminée ou indéterminée- d'une variable physique**.

Pour obtenir le moment magnétique de hadron, par exemple celui du proton, on considère le moment magnétique comme associé à l'Opérateur $\mu=\mu_1+\mu_2+\mu_3$ (avec les notations classiques.
On obtient expérimentalement alors le moment magnétique μ_P du proton, Φ étant la fonction d'onde associée au proton par :

$$\mu_P=<\Phi, \mu,\Phi> \qquad (3)$$

Or on sait que dans la T.Q.C, si O est un Opérateur associé à une observable, $<\Phi,O,\Phi>$ est utilisé pour donner la valeur moyenne de l'observable, mais les mesures doivent donner des valeurs propres de cet opérateur. Si on considère le moment magnétique comme un observable, ce qui est le cas pour utiliser l'équation (3), en mesurant μ_P, on devrait donc observer d'après la T.Q.C les valeurs propres de l'Opérateur μ, la moyenne de ces mesures donnant $<\Phi, \mu,\Phi>$ ce qui n'est pas le cas.
Au contraire dans la T.Q.V.A, on peut considérer que le moment magnétique des hadrons est une variable absolue, ce qui justifie son obtention par l'Equation (3) précédente.
Ainsi, on a interprété toutes les expériences quantiques précédentes couvrant toute la physique quantique classique d'après la T.Q.V.A, utilisant les concepts de choc quantique et de variable absolue, mais sans utiliser le concept d'Observable qui est fondamental en T.Q.C mais n'est pas nécessaire en T.Q.V.A.

3g)**Interprétation de l'intrication quantique par la T.Q.V.A .**

On a vu, (Chapitre 3a) Exemples de chocs quantiques spatiaux) que lors de l'expérience des fentes d'Young, les propriétés statistiques du choc quantique spatial pouvaient dépendre de la distance entre l'écran-choc et l'écran-image qu'on a définis, ou de tout dispositif expérimental situé entre l'écran-choc et l'écran-image. Ainsi plus généralement dans la T.Q.V.A, les propriétés statistiques d'un choc spatial subi par une particule dépendent des dispositifs expérimentaux placés sur sa trajectoire, même si la particule ne les a pas encore atteint au moment du choc spatial. Ceci permet d'interpréter les expériences d'intrication quantique (utilisant des particules corrélées) du type ESW (ENGERT,SCULLY,WALTHER)[10] connues sous le nom de « *delayed choice experiment* ». On interprète dans la T.Q.V.A ce type d'expérience par le fait que comme on l'a vu, on peut associer à

toute particule une onde plane d'équation $\Phi(x,y,z,t)=Aexp(i(Et-p_xx-p_yy-pz_z)/h_l)$, cette onde emplissant tout l'espace et étant appelée particule-onde. Ainsi, cette particule-onde est en contact avec l'ensemble de l'Univers et donc lors d'un choc est en contact avec les dispositifs expérimentaux avant que la particule-corpuscule, qui elle est localisée, ne les atteigne. Ceci explique que les propriétés statistiques d'un choc peuvent dépendre des dispositifs expérimentaux que la particule-corpuscule n'a pas encore atteint. On appellera *prédiction quantique* ce phénomène.

Dans les expériences d'intrication quantique du type de celles d'Aspect ou de l'expérience de Genève [(11)], des photons situés à de grandes distances interagissent instantanément. On peut considérer dans la T.Q.V.A que si les particules-corpuscules des photons sont éloignées, les particules-onde sont en contact puisqu'elles emplissent l'Univers. Ceci justifie la possibilité d'interaction instantanée entre 2 photons éloignés. Ainsi dans la T.Q.V.A, on admet la localité de la particule-corpuscule mais la non-localité de la particule-onde, ce qui permet d'interpréter les expériences sur l'intrication quantique. Dans la T.Q.V.A, il existe donc des interactions instantanées à distance c'est-à-dire entre 2 particules-corpuscules éloignées. Ceci est en désaccord avec la Relativité Restreinte mais en accord avec la Théorie de l'Ether [(12)].

4.INTERPRETATION MATHEMATIQUE DE LA T.Q.V.A-INEGALITES D'HEISENBERG.

Dans les exemples précédents, on a présenté les variables physiques qu'on peut considérer le plus naturellement comme des variables absolues, et comment certaines pouvaient être indéterminées (Par exemple la composante du spin). On a aussi interprété de nombreuses expériences à l'aide de la notion de choc quantique.

Dans tous ces exemples, on utilise une des équations analogues à celle de Schrodinger (Dirac, Klein-Gordon), et sa solution, fonction d'onde associée à une particule. Cette équation et sa solution apparaissent donc aussi fondamentale en T.Q.V.A, car elles permettent d'après le Principe 3 de prévoir des variables absolues, notamment les masses et l'énergie de particules, celles portées par l'onde, et de décrire les propriétés statistique des chocs quantiques. Cependant, dans la T.Q.V.A, contrairement à la T.Q.C, elle ne suffit pas pour décrire complètement l'état de la particule à laquelle elle est associée puisqu'elle ne permet pas de connaître certaines variables absolues comme par exemple la position d'une particule, ou sa nature ou son énergie. Pour obtenir la position d'une particule, dans la T.Q.V.A, on utilise une équation de l'énergie analogue à l'équation (2) ainsi que l'équation obtenue par la relation fondamentale de la dynamique $\Sigma\mathbf{F}=m\boldsymbol{\gamma}$. Les cas où on peut utiliser ces 2 équations sont déterminés: On peut les utiliser seulement pour des *particules indépendantes*, c'est-à-dire qui n'interagissent pas avec d'autres particules pour constituer d'autres particules ou un solide (atomes indépendants, particules libres..). Ces équations sont valides seulement entre 2 chocs quantiques successifs, appliquées sur le centre d'inertie de la particule indépendante considérée. Si on associe une fonction d'onde à une particule indépendante, par exemple pour obtenir les propriétés statistiques d'un choc, alors l'énergie et l'impulsion de la particule-corpuscule doivent êtres égales à l'énergie et l'impulsion obtenues par la fonction d'onde, c'est à dire celles de la particule-onde.

L'équation de Schrodinger ou le Hamiltonien utilisé pour caractériser les particules ne suffisent pas pour déterminer les particules existantes. Des règles quantiques supplémentaires sont nécessaires. Ainsi, par exemple, le fait que la couleur des particules doit être neutre est utilisé pour obtenir que les hadrons existant sont ou bien des baryons constitués de 3 quarks ou 3 anti-quarks avec B=1 ou B=-1, ou bien des mésons constitué de quarks et d'anti-quarks avec B=0. De même, le fait que la fonction d'onde des baryons doit être anti-symétrique conduit à ne conserver que certaines solutions de l'équation de Schrodinger comme pouvant être associées à des particules existantes. Ceci était aussi le cas dans la T.Q.C.

On remarque que la notion de système d'Opérateurs complets qui commutent est aussi fondamentale en T.Q.V.A qu'en T.Q.C , contrairement à la notion d'Observables utilisée seulement dans la T.Q.C, puisqu'elle permet d'obtenir simplement l'expression énergie de particules, et donc certaines variables absolues.

On peut remarquer que ce n'est que lorsqu' elle décrit les propriétés statistiques d'un choc quantique spatial qu'une fonction d'onde donne la probabilité spatiale de présence d'une particule. On peut considérer qu'un électron dans un atome ou bien est soumis très nombreux chocs quantiques dont

les propriétés statistiques sont décrites par la fonction d'onde décrivant son orbitale obtenue en résolvant l'Equation de Schrodinger, alors dans ce cas la fonction d'onde exprime bien une probabilité de présence, ou bien a une position qui n'est pas une variable absolue. On n'est alors pas dans le cas des particules indépendantes comme pour l'expérience de Stern et Gerlach, puisque l'électron est en interaction avec les autres particules de l'atome pour constituer l'atome.

La T.Q.V.A présente d'importantes simplifications mathématiques par rapport à la T.Q.C. En effet, puisque la position des particules est une variable absolue, il devient inutile d'utiliser des paquets d'onde alors que ceci était nécessaire dans la T.Q.C. De plus, dans la T.Q.C, le temps n'était pas une observable, et donc on ne pouvait pas justifier de la même façon les inégalités spatiales et temporelles d'Heisenberg $\Delta p_x \Delta x \geq h_1/2$ (avec $h_1=h/2\pi$) et $\Delta E \Delta t \geq h_1/2$. Dans la T.Q.V.A au contraire, on a vu que le temps auquel se produit la désintégration (ou la désexcitation) d'une particule est tout comme la position ou l'énergie une variable absolue, et on obtient utilisant la fonction d'onde associée à la particule $\Delta E \Delta t \geq h_1/2$ et $\Delta p_x \Delta x \geq h_1/2$, en coordonnées éthérées, ces inégalités décrivant les propriétés statistiques d'un choc quantique spatial ou temporel. Ainsi par exemple, l'inégalité temporelle précédente est valable pour décrire une désintégration, donnant une relation entre les propriétés statistiques de l'énergie E de la particule créée et celles de son temps de désintégration t_d (E,t_d variables absolues). On obtient ces inégalités par application du théorème $\Delta G \Delta g \geq h_1/2$, G opérateur associé à $ih_1\partial/\partial g$ et g opérateur associé à g, la même fonction normalisée $\varphi_n(g)$ utilisée pour obtenir ΔG et Δg. $\varphi_n(t)$ normalise $\varphi(t)$, telle que $\varphi^*(t)\varphi(t)$ est la probabilité que la particule soit excitée entre t et t+dt. On utilise aussi $\varphi_n(t)$ pour obtenir P(E)dE, probabilité que l'énergie E de la particule excitée soit entre E et E+dE en complète analogie mathématique avec la T.Q.C. En général, on exprime le Δt de l'inégalité spatiale d'Heisenberg en fonction de $\tau=\int_{0,\infty}\varphi^*(t)\varphi(t)dt$ durée de vie moyenne des particules. On a en général $\Delta t=\tau$. L'inégalité spatiale décrit par exemple un choc quantique spatial comme par exemple dans un choc quantique sur un écran dans une expérience d'interférences ou de diffraction, ou sur la cible dans un microscope électronique.

5.DISCUSSION.

Nous allons mettre en évidence qu'il existe au moins 6 types d'expériences qui sont des raisons de rejeter la T.Q.C en faveur de la T.Q.V.A :

5a)**Expérience du chat de Schrodinger :**

Cette expérience virtuelle, proposée par Schrodinger lui-même, montre que la conséquence de la T.Q.C est qu'on peut obtenir un chat dans un état indéterminé mort ou vivant. Ceci est la conséquence du fait que dans la T.Q.C, l'état d'un système est indéterminé si on ne l'observe pas, et dans cette expérience virtuelle l'état du chat est lié à celui d'une particule, désintégrée ou non-désintégrée. Il est évident que la T.Q.V.A évite ce paradoxe, puisqu'on a vu que dans cette théorie, la nature d'une particule ,désintégrée ou non-désintégrée, était une variable physique absolue.
Si certains physiciens donnent une interprétation par la T.Q.C aux expériences du type précédent, leurs explications sont très complexes, contestables (De nombreux physiciens comme Schrodinger lui-même ne les ont jamais admises), et beaucoup moins simples et attractives que l'interprétation par la T.Q.V.A.

5b)**Contradiction avec la mécanique relativiste classique** :

Un $2^{ième}$ type d'expérience en faveur de la T.Q.V.A regroupe les expériences dont l'interprétation utilise seulement les équations de la mécanique relativiste classique.

Dans ces expériences, on prévoit exactement la position et la vitesse d'une particule en tout temps, et ceci est vérifie expérimentalement.(Utilisant les équations du type $E=(1-v^2/c^2)^{-1/2}+qV)$. Or, ces prédictions utilisent qu'à tout instant, position et vitesse de la particule sont totalement déterminées. Or dans la T.Q.C, non seulement impulsion et position d'une particule ne peuvent pas

être simultanément déterminées, mais aussi seules les équations du type de celle de Schrodinger ou Dirac sont admises. On interprète dans la T.Q.C le fait que position et impulsion sont déterminées quasi simultanément en utilisant la notion complexe de paquets d'onde. Or non seulement cette notion est complexe lorsqu'une particule a une vitesse constante, mais elle l'est beaucoup plus dans le cas général ou elle change au cours du temps comme en mécanique relativiste. Ainsi, la justification des équations de la mécanique classique relativiste à partir des équations de Schrodinger dans la T.Q.C est non seulement très complexe, mais aussi très contestable.
Au contraire, dans la T.Q.V.A, le fait que position et vitesse soient absolues et la notion de particule indépendante donnent une interprétation très simple des équations de la mécanique relativiste classique, et au fait que la prévision de la position d'une particule impose qu'à tout instant sa position et sa vitesse soient totalement déterminées.

On peut aussi considérer que les expériences du type de Stern et Gerlach sont du type précédent. En effet, on a vu que dans cette expérience, on peut aussi prévoir à l'avance la position d'une particule (supposant que son spin s_Z a pour valeur -1 ou 1), en utilisant l'Equation mixte (2) qu'on a proposée, utilisant mécanique classique et quantique. La encore, la précision de la position de la particule suppose qu'à tout instant position et impulsion sont définies et déterminées, ce qui est incompatible avec la T.Q.C mais en accord et simplement interprété par la T.Q.V.A.

5c)**Expériences de diffusion des particules.**

Ce type d'expérience aussi conduit à rejeter la T.Q.C au profit de la T.Q.V.A :
En effet, ces expériences sont interprétées si on suppose qu'à partir du point ou une particule est diffusée, sa position et son impulsion sont parfaitement déterminées. Ceci est totalement en accord avec la T.Q.V.A dans laquelle après le choc quantique correspondant à la diffusion impulsion et position sont parfaitement déterminées, mais est en désaccord avec la T.Q.C. En effet, la T.Q.C prévoit la probabilité que la fonction d'onde soit de la forme d'une onde plane d'équation $\Phi(x,y,z,t)=(A\exp(i(Et-p_xx-p_yy-p_zz)/h_1))$ après la diffusion. D'après cette expression, la particule devrait être délocalisée après la diffusion. Or on voit qu'il n'en est rien, la particule est toujours détectée comme si elle provenait exactement du point où elle a été diffusée. Pour justifier ceci dans la T.Q.C , il faudrait comme dans les expériences précédentes utiliser le concept de paquets d'onde, mais ceci est non seulement très complexe mais aussi très contestable : Pourquoi la fonction d'onde plane d'équation $\Phi(x,y,z,t)= A\exp(i(Et-p_xx-p_yy-p_zz)/h_1)$ devrait-elle se transformer en paquets d'onde ?. De plus, pourquoi dans le calcul de la matrice de transition M_{fi} utilise-t'on des ondes planes et non des paquets d'onde ?

On voit donc que ce type d'expériences concernant la physique des particules conduit aussi à rejeter la T.Q.C au profit de la T.Q.V.A. Ce sont sans doute de tels arguments qui faisaient dire à un des plus grands physiciens de physique des particules (Feynmann) : « Personne ne comprend rien à la physique quantique ».

5d)**Contradictions concernant les variables absolues et indéterminées.**

Un quatrième type d'expérience en faveur de la T.Q.V.A et en désaccord avec la T.Q.C est celui dans lequel d'après la T.Q.C une variable physique d'une particule indépendante est indéterminée et sa mesure doit conduire à plusieurs valeurs, alors qu'on n'en mesure qu'une seule, en désaccord avec toutes celles possibles d'après la T.Q.C. Ceci est le cas si on mesure le moment magnétique d'un proton par exemple. On a décrit ceci dans la partie 3f) :

D'après la T.Q.C, on devrait en mesurant le moment magnétique $\mu=\mu_1+\mu_2+\mu_3$ obtenir la valeur λ avec la probabilité $|\Phi_\lambda|^2$ si Φ_λ est la projection de la fonction d'onde du proton Φ (normalisée) sur le sous-espace propre associé à la valeur λ de l'Opérateur μ. En moyenne, on devrait trouver la valeur moyenne de μ $<\Phi,\mu,\Phi>$. Or en réalité on mesure toujours la valeur $<\Phi,\mu,\Phi>$, ce qui contredit la T.Q.C, mais est interprété par la T.Q.V.A dans laquelle le moment magnétique μ est une variable absolue.

5e) **Phénomènes quantiques se produisant dans les étoiles.**

Dans la T.Q.C, si on a un phénomène de diffusion ou de désintégration, la nature des produits finaux n'est déterminée que si on les observe. Or on sait que la formation de l'Univers et notamment la formation et la combustion des étoiles sont expliquées par de multiples phénomènes de diffusion et de désintégration, et il est évident que les particules finales de ces phénomènes n'ont en général jamais été observées. Il en résulte que d'après la T.Q.C l'Univers et les étoiles devraient être dans un état indéterminé ce qui n'est pas le cas. Au contraire dans la T.Q.V.A, la nature des particules finales de ces phénomènes est indépendante de leur observation, et on n'a pas ce paradoxe.

5f) **Contradiction des expériences sur l'intrication quantique.**

La T.Q.C est aussi contredite par les expériences connues sous le nom de *delayed choice experiment* qu'on a rappelées au chapitre 3g) sur l'intrication quantique. En effet d'après la T.Q.C l'état d'une particule est déterminé par la dernière observation de la particule ou de sa partcule corrélée lorsqu'elle en a une. Or les expériences du type « delayed choice experiment » [(10)] montrent que l'état d'une particule (sa position sur l'écran) est déterminé par une observation postérieure à son arrivée sur l'écran. Il en résulte que la T.Q.C impose une action du futur sur le passé ce qui est impossible.

Au contraire dans le T.Q.V.A, on a vu que l'état d'une *particule indépendante* qu'on a définie dans la partie 4. comme une particule n'interagissant pas avec d'autres particules pour constituer une autre particule et en absence de choc (atomes indépendants, particules libres..) dépendait du dernier choc qu'elle subissait. Et les propriétés statistiques d'un choc spatial, comme on l' a vu au chapitre 3g) dépendent de tous les dispositifs situés sur la trajectoire de la particule, y compris ceux qu'elle n'a pas encore atteint quand se produit le choc quantique. On a appelé *prédiction quantique* ce phénomène. Ceci est interprété par le fait qu'on associe à toute particule indépendante une particule-onde emplissant tout l'espace. Ainsi dans la T.Q.V.A, les phénomènes liés à l'intrication quantique ou à la prédiction quantique sont dus à des actions physique sur la particule-onde associée à une particule indépendante entraînant une action instantanée sur la particule-corpuscule. On rappelle que ceci est en désaccord avec la Relativité Restreinte mais en accord avec la Théorie de l'Ether [(12)]. Il n'y a donc pas d'action du futur sur le passé dans l'interprétation des expériences d'intrication quantique par la T.Q.V.A, contrairement à la T.Q.C, ce qui conduit à rejeter la seconde au profit de la première.

On admet donc dans la T.Q.V.A qu'à une particule indépendante on associe une particule-corpuscule localisée et une particule-onde délocalisée, et qu'une action physique sur la particule-onde par des dispositifs non encore atteints par la particule-corpuscule peut entraîner une action instantanée sur la particule-corpuscule.

On voit donc 6 types principaux d'expériences conduisant à rejeter la T.Q.C en faveur de la T.Q.V.A. On rappelle qu'à cause du Principe 3 de la T.Q.V.A le cadre mathématique des 2 théories est identique, en dépit du fait qu'elles sont contradictoires, et que la T.Q.V.A permet d'interpréter rigoureusement et mathématiquement l'ensemble des expériences de physique quantique, que jusque là seule la T.Q.C permettait d'interpréter.

6.CONCLUSION

On voit donc que la T.Q.V.A simplifie beaucoup la compréhension des phénomènes quantiques, tout spécialement en physique des particules. On a vu 6 grands types d'expérience conduisant à rejeter la T.Q.C en faveur de la T.Q.V.A. On a vu dans la partie 3) que d'après la T.Q.V.A, il existait des règles très simples permettant de prévoir que certaines variables physiques sont des variables absolues. Il est clair qu'on doit développer la théorie afin de pouvoir prédire complètement les variables physiques absolues et celles qui sont indéterminées, mais pour cela on doit généraliser les lois exposées dans cet article. D'après ce qui précède le fait qu'une variable soit absolue ou indéterminée peut avoir diverses origines.

Puisqu'à cause du Principe 3b les équations purement quantiques de la T.Q.V.A et de la T.Q.C sont identiques, on ne peut trouver une équation purement quantique existant dans la T.Q.V.A et n'existant pas dans la T.Q.C (ou réciproquement) permettant de comparer leur validité. Cependant on

a vu que l'interprétation de ces équations purement quantiques était différente, et c'est donc l'interprétation des équations purement quantiques qui permettent de comparer la validité des 2 théories.

Par contre, on a vu que les équations de la mécanique classique étaient valables dans la T.Q.V.A pour une particule indépendante, alors qu'elles n'étaient pas valides dans la T.Q.C car dans la T.Q.C la position et l'impulsion d'une particule sont indéterminées et ne peuvent être définies simultanément. On a vu que la validité observée expérimentale des équations de la mécanique classique relativiste illustrait la validité de la T.Q.V.A et ne pouvait pas être expliquée par la T.Q.C. Il en était de même pour les équations mixtes comme celle utilisée dans l'expérience de Stern et Gerlach.

On a vu que les différences entre les 2 théories sont de différentes natures. Ainsi, le concept de choc quantique est fondamental dans la T.Q.V.A alors qu'il n'existe pas dans la T.Q.C. Le concept d'Observable par contre est fondamental dans la T.Q.C, alors qu'il n'est pas utilisé dans la T.Q.V.A. Il en est de même du concept de paquet d'ondes, qui est inutile dans la T.Q.V.A. Les inégalités d'Heisenberg sont analogues dans la T.Q.V.A , mais pas dans la T.Q.C dans laquelle le temps n'est pas une observable. Aussi, l' inégalité spatiale est toujours vraie dans la T.Q.C lors d'une observation de la position ou de l'impulsion d'un système, alors qu'elles ne sont vraies que lors de chocs dans la T.Q.V.A . Enfin, dans la T.Q.V.A, une particule indépendante a 2 natures distinctes, une nature corpuscule et une nature onde, alors qu'on peut considérer qu'elle n'a qu'une nature (onde) dans la T.Q.C car dans cette théorie elle est complètement définie par sa fonction d'onde, la position n'étant qu'une observable ordinaire.

On distinguera les chocs quantiques principaux suivants : 1.Choc de variable absolu (Par exemple une particule a une variable absolue sz (sz composante du spin sur z) et entre dans une zone où elle a une variable absolue sx. 2.Un choc particule-écran (ex :fentes d'Young).3.Un choc collision de particules. 4. Un choc excitation ou desexcitation. 5. Un choc désintégration.

En résumé, la T.Q.V.A est très intéressante car :

a)C'est la seule théorie quantique différente de la T.Q.C permettant d'interpréter tous les phénomènes quantiques.

b)L'interprétation par la T.Q.V.A des équations purement quantiques, de même que les équations de la mécanique relativiste classique et les équations mixtes illustrent la validité de la T.Q.V.A comparée à la T.Q.C. Même si on considère l'interprétation par la T.Q.C des expériences présentées dans la section 4, par exemple celle du chat de Schrodinger, il est évident que l'interprétation de ces expériences par la T.Q.V.A est beaucoup plus simple, claire et naturelle que celle donnée par la T.Q.C.

Références :

1)Ch. Ngo, H.Ngo, *Physique Quantique*, Masson, Paris,(1995)
2)Burckham and Jobes, *Nuclear and Particle Physics*, Ed Longman, Singapore (1997)
3)M.Kaku and J.Thompson, *Beyond Einstein*, Ed Oxford University Press, G.B (1997)
4)Ph.Perez, N.Saint-Cricq-Chery, *Relativité et Quantification*, Ed Masson, Paris (1986)
5)A.S. Tribble, *Princeton Guide to Advanced Physics*, Princeton University Press, New-Jersey.
6)D.Blanc, *Physique Nucléaire, Particules*, Ed Masson, Paris (1995)
7)B.H Brandsen, J.Joachain, *Quantum Mechanics*, Ed Pearson Education, Harlow, England (2000)
8)Alonso, Finn, *Physique Générale 2*, InterEditions, Paris (1992)
9)Franco Selleri, *Le grand débat de la Théorie Quantique*, Ed Flammarion, Paris (1994)
10)Yoon-Ho Kim,R.Yu, S.P Kulik,Y.H Shih,Marlon.O Scully,Phys.Rev.letter, 84,1-5(2000)
11)Weihs,Jennewein,Simon,Weinforter,Anton Zeilinger, *Violation of Bell's inequalities under strict Einstein locality conditions*, Phys.Rev.Letter,81,5039(1998).
12)T.Delort,*Theory of Ether*,Physics Essays,13.4(2000).
13)T.Delort, Théorie moderne de l'Ether (2020) (Extrait du livre Théories d'or, 10^{e} édition, Editions Books on Demand 2020).